

TÉCNICAS DE EMPAREJAMIENTO BASADAS EN ROLES PARA VIDEOJUEGOS MULTIJUGADOR

ALFONSO SAN MIGUEL SÁNCHEZ

MÁSTER EN INVESTIGACIÓN EN INFORMÁTICA, FACULTAD DE INFORMÁTICA,
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID



Trabajo Fin Máster en Ingeniería de Computadores / Ingeniería Informática para la Industria /
Programación y Tecnología Software / Sistemas Inteligentes

10/09/2012

Pedro A. González Calero/Guillermo Jiménez Díaz

Autorización de Difusión

ALFONSO SAN MIGUEL SÁNCHEZ

10/09/2012

El abajo firmante, matriculado/a en el Máster en Investigación en Informática de la Facultad de Informática, autoriza a la Universidad Complutense de Madrid (UCM) a difundir y utilizar con fines académicos, no comerciales y mencionando expresamente a su autor el presente Trabajo Fin de Máster: “TÉCNICAS DE EMPAREJAMIENTO BASADAS EN ROLES PARA VIDEOJUEGOS MULTIJUGADOR”, realizado durante el curso académico 2011-2012 bajo la dirección de Pedro Antonio González Calero [y con la colaboración externa de dirección de Guillermo Jiménez Díaz] en el Departamento de “Ingeniería del Software e Inteligencia artificial”, y a la Biblioteca de la UCM a depositarlo en el Archivo Institucional E-Prints Complutense con el objeto de incrementar la difusión, uso e impacto del trabajo en Internet y garantizar su preservación y acceso a largo plazo.

Alfonso San Miguel Sánchez

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Alfonso San Miguel Sánchez', written over a faint, light-colored oval background.

Resumen en castellano

Con el avance de la tecnología y el auge de Internet, el campo del emparejamiento en videojuegos está experimentando una época dorada. Son muchos los videojuegos que usan estos sistemas para mejorar su apartado multijugador y añadir un componente social con el fin de enriquecer la experiencia de juego. En este estudio se analiza el funcionamiento de este tipo de sistemas y además se propone un nuevo enfoque para realizar el proceso de emparejamiento que, rompiendo con las ideas establecidas hasta el momento, busca crear equipos completos a nivel de perfiles de los jugadores que los conforman mediante la descripción del perfil de juego del jugador mediante una serie de roles. La propuesta incluye un análisis detallado de todas las fases que es necesario llevar a cabo para el diseño del sistema así como un proceso para que este sea validado. Esta propuesta se ha aplicado a un videojuego real, Unreal Tournament 2004, que representa el prototipo de juego de acción multijugador en el que la cooperación y el espíritu de equipo son importantes.

Palabras clave

Emparejamiento basado en roles, emparejamiento basado en habilidad, modelado de roles en videojuegos, sistemas de puntuación para videojuegos.

Resumen en inglés

Due to the overwhelming advances in technology and communications, the field of matchmaking is undergoing a golden age. There are lots of retail videogames that use this kind of systems in order to improve their multiplayer experience and add some social background to the mix. In this study we analyze how these systems work and propose a new approach to carry out the matchmaking process which, breaking with the established ideas, focuses more on teamgame and creating complete teams than on players' ability by using a set of roles to describe the way the player plays. This approach includes a detailed analysis of all the design phases and a process to validate the system. This study has been applied to a renowned action multiplayer game, Unreal Tournament 2004, which represents the kind of game this study is focused on, in which cooperation and teamplay are vital to have a good game experience.

Keywords

Role-based matchmaking, Skill-based matchmaking, role-modeling in videogames, videogame matchmaking systems.

Índice de contenidos

TÉCNICAS DE EMPAREJAMIENTO BASADAS EN ROLES PARA VIDEOJUEGOS	
MULTIJUGADOR	1
ALFONSO SAN MIGUEL SÁNCHEZ	1
MÁSTER EN INVESTIGACIÓN EN INFORMÁTICA, FACULTAD DE INFORMÁTICA, ...	1
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID.....	1
10/09/2012	1
Pedro A. González Calero/Guillermo Jiménez Díaz	1
Autorización de Difusión.....	2
ALFONSO SAN MIGUEL SÁNCHEZ.....	2
Resumen en castellano	3
Palabras clave.....	3
Resumen en inglés	4
Keywords	4
Índice de contenido	5
Capítulo 1 - Introducción	8
1.1. Motivación	8
1.2. Objetivos	9
1.3. Estructura de la memoria	9
Capítulo 2 - Estado del Arte.....	11
2.1 Sistemas de matchmaking.....	11
2.1.1. Matchmaking en agencias de contactos	12
2.2. Sistemas de matchmaking para videojuegos basados en niveles de habilidad	12
2.2.1. Métodos de cálculo	15
2.2.2. Sistemas de juego online que emplean técnicas de Matchmaking.....	17
2.2.3. Problemas existentes en sistemas de matchmaking	19
2.3. Sistemas de recomendación	20
2.3.1. Sistemas de recomendación colaborativos.....	21
2.3.2. Sistemas de recomendación basados en contenido	22

2.3.3. Sistemas de recomendación basados en conocimiento	23
2.4. Razonamiento basado en casos	24
2.4.1. Aspectos generales	25
2.4.2. Aplicaciones de razonamiento basado en casos.....	26
2.4.3. Razonamiento basado en casos y Matchmaking.....	27
Capítulo 3 - Marco teórico: proceso de recomendación y proceso de verificación.....	29
3.1. Sistema de recomendación basado en roles	29
3.1.1. Funcionamiento del sistema.....	29
3.2. Fases del proceso de recomendación	31
3.2.1. Modelado de roles	31
3.2.2. Perfil basado en roles de los jugadores	32
3.2.3. Partidas prototípicas	33
3.2.4. Evaluación de partidas	34
3.2.5. Recomendación de partidas	36
3.3. Proceso de validación	37
3.3.1. Elección del conjunto de datos a clasificar	37
3.3.2. Puntuación basada en niveles de habilidad de los jugadores	38
3.3.3. Comparación de ambos sistemas	38
Capítulo 4 - Caso de estudio: Matchmaking en Unreal Tournament 2004.....	41
4.1. Presentación del juego	41
4.1.1 Modos de juego multijugador	43
4.1.2. Datos de partidas disponibles.....	44
4.2. Desarrollo del caso de estudio	47
4.2.1. Extracción de los datos	47
4.2.2. Modelado de roles.....	47
4.2.3. Partidas prototípicas	52
4.3. Evaluación y recomendación de partidas disponibles	53
Capítulo 5 - Evaluación del sistema.....	55
5.1. Objetivos	55
5.2. Proceso de validación	55
5.2.1. Elección del conjunto de los datos.....	55

5.2.2. Implementación basada en niveles de habilidad	59
5.2.3. Cálculo de niveles de habilidad y roles.....	60
5.3. Recomendación de partidas	61
5.3.1. Recomendación de partidas	61
5.3.2. Algoritmo de validación basado en Leave-one-out	62
5.4. Resultados del estudio	64
5.4.1. Resultados del proceso de validación	64
5.4.2. Discusión de resultados del proceso de validación.....	66
Capítulo 6 - 6. Conclusiones y líneas de trabajo futuro	69
6.1. Resumen del desarrollo del caso de estudio	69
6.2. Conclusiones	70
6.3. Líneas de trabajo futuro	70
6.4. Problemas y limitaciones observados	73
Capítulo 7 - 7. Bibliografía y referencias.....	75

Capítulo 1 - Introducción

En muchos deportes, a los jugadores se les asignan puntuaciones en función de su rendimiento, lo que les permite ser clasificados y según mejoran en resultados se les brinda la oportunidad de acceder a competiciones superiores. Gracias a este sistema los deportistas compiten con gente de su mismo nivel, dando lugar a competiciones más justas y competitivas.

Este tipo de sistemas surgieron por primera vez en el mundo del ajedrez por parte de Arpad Elo, de quien hablaremos posteriormente. Más tarde fueron apareciendo otros sistemas de puntuación mejorando lo propuesto por Arpad Elo y en la actualidad se utilizan en muchos campos, uno de ellos el de los videojuegos, donde, buscando conseguir la mayor diversión para los jugadores, se les empareja y agrupa en partidas según su rendimiento previo

Estos sistemas, conocidos como sistemas de matchmaking o emparejamiento, se emplean para alargar la vida útil del videojuego, ofreciendo a los usuarios alicientes en forma de niveles o prestigio de cara a los demás jugadores, consiguiendo de esta manera enriquecer mucho de cara al jugador el apartado multijugador del juego en cuestión. En la actualidad existen sistemas como Steam que ampliando estas ideas de aportar un componente social al juego multijugador, se han convertido en una plataforma de venta virtual y a la vez una red social en la que miles de jugadores se relacionan entre ellos.

En esta memoria vamos a presentar los sistemas de matchmaking más relevantes y usados en la actualidad e introduciremos una nueva propuesta de un recomendador basado en un sistema de roles.

1.1. Motivación

Estos sistemas de matchmaking que se describirán en detalle en las secciones siguientes a pesar de mejorar mucho la experiencia de juego no están exentos de problemas, sobre todo en partidas por equipos, donde a veces lo que importa no es la habilidad sino formar un equipo completo para tratar de obtener la victoria, y por ende, la mayor diversión posible.

Para tratar de solucionar estos problemas se propone un nuevo enfoque que, frente al clásico de niveles de habilidad, otorga mucha más importancia al juego en equipo, en el que lo

que prima son los perfiles de juego de los jugadores y su habilidad en cada una de las funciones o roles que se puede desempeñar en el juego.

1.2. Objetivos

Con el fin de comprender las técnicas que se van a emplear, es necesario introducir el trasfondo de estos sistemas de emparejamiento y las fases del diseño que comprenden. Una vez contamos con una visión general del estado del arte, debemos hacer una propuesta completa y detallada del proceso de trabajo a seguir para llevarlo a cabo.

Para que un sistema de matchmaking sea válido tiene que suponer una mejora sustancial a sistemas ya existentes. Para demostrar que aporta nuevos aspectos y que realmente puede mejorar lo ya presente en el mundo de los videojuegos es necesario establecer comparaciones directas y no sólo suposiciones.

Para conseguir tener una visión válida vamos a trabajar sobre un videojuego en particular, en este caso Unreal Tournament 2004, en el que, gracias a una base de datos estadísticas de partidas alojada en Internet y de dominio público, obtener una aplicación real y basada en un juego existente en el mercado.

Con el fin de demostrar la validez del sistema que se propone es necesario compararlo con sistemas existentes. Para ello se realizará una evaluación del sistema mediante la comparación directa con otros sistemas de emparejamiento existentes.

1.3. Estructura de la memoria

Para comenzar se estudiará exhaustivamente el Estado del Arte presente hasta la actualidad en lo relativo a sistemas de matchmaking, desde sus orígenes, pasando por los métodos de cálculo existentes, hasta describir diversas aplicaciones para las cuales se usan estos recomendadores, así como otros aspectos necesarios para comprender el funcionamiento de los sistemas de emparejamiento.

Una vez analizado el estado del arte, se describirá el marco teórico necesario para la comprensión del caso de estudio. Para ello se describirá de forma sencilla el funcionamiento de los sistemas de recomendación y se introducirá el concepto de la recomendación basada en roles.

Tras analizar el marco teórico podemos introducir con garantías el caso de estudio descrito anteriormente, así como el proceso a seguir para obtener resultados.

Una vez contamos con el recomendador es necesario evaluarlo, y para ello se estudiarán en profundidad distintos aspectos que resultan de importancia para evaluar si el sistema cumple los objetivos que se proponen. Para llevar a cabo este proceso se va a realizar una validación del sistema mediante la comparación de éste con el sistema de puntuación más empleado en este tipo de aplicaciones, el basado en niveles de habilidad. Una vez se lleve a cabo este proceso se estudiarán y analizarán en detalle los resultados obtenidos.

Para acabar trataremos las conclusiones a las que se han llegado y las líneas de trabajo que quedan abiertas para futuros estudios. En esta sección también se tratarán problemas existentes observados durante el desarrollo del caso de estudio.

Capítulo 2 - Estado del Arte

En esta sección se tratará de describir los sistemas más importantes de matchmaking tanto en la parte teórica como en la práctica. Se profundizará también en el empleo de estos sistemas para el mundo de los videojuegos.

Para la presentación de nuestro caso de estudio, es necesario introducir varios conceptos como son los sistemas de matchmaking, el razonamiento basado en casos y los recomendadores, así como aplicaciones de cada uno de estos conceptos.

En cada uno de estos temas analizaremos las ideas en las que se basan, el funcionamiento en líneas generales y algunas aplicaciones importantes de cada uno de ellos para, una vez finalizada la sección, contar con una idea general de los conceptos que se usarán más adelante.

2.1 Sistemas de matchmaking

Un sistema de matchmaking consiste en el estudio de un conjunto de individuos y de su asociación en función a unas medidas de similitud o proximidad dadas. Este tipo de sistemas se emplean en la actualidad para las más variadas aplicaciones, desde sistemas de organización de citas por Internet hasta el mundo de los videojuegos.

El funcionamiento de un sistema de matchmaking se basa en la recomendación de elementos de una base de datos. En general el sistema compara las características del sujeto de la consulta con el resto presente en la base de datos y busca apariciones con características similares en base a una serie de atributos. Este proceso de filtrado descarta las apariciones irrelevantes.

El proceso que se sigue es el siguiente: Cuando el agente *matchmaker* recibe una solicitud, calcula la respuesta (según los criterios convenientes como vecindad, mejor posibilidad...) y devuelve la respuesta a esa solicitud. Para ello calcula la distancia entre cada solicitud realizada y los servicios que se ofrecen y devuelve los mejor calificados.

En nuestro caso en particular estamos interesados en el sistema de matchmaking para recomendar partidas a un jugador en función a su perfil de juego (comportamiento) en un videojuego dado. Este tipo de sistemas se emplean en los videojuegos como aliciente para la experiencia multijugador y serán analizados en detalle en la sección siguiente.

En las siguientes subsecciones vamos a tratar algunas aplicaciones de este tipo de sistemas.

2.1.1. Matchmaking en agencias de contactos

Este tipo de agencias son una de las principales aplicaciones en la actualidad de sistemas de matchmaking. Las personas que recurren a este tipo de agencias buscan conocer personas que tengan gustos similares y sean compatibles y la labor del sistema es encontrar personas de estas características en su base de datos.

Para ello crean un perfil con los gustos, aficiones, fotografías de la persona en cuestión y otros datos que se emplearán para establecer similitud con el resto de usuarios. Cuando se comparan dos perfiles para ver si son compatibles se utiliza un valor denominado “penalty” que representa las diferencias entre los usuarios. Cuanto mayor es este valor menor será la coincidencia entre perfiles. Las penalizaciones se definen mediante medias de funciones de penalización que desarrolla un experto en la materia. Estas funciones dependen de varios aspectos como la importancia de la información, relaciones entre conceptos...

Un ejemplo de este tipo de aplicación es el portal meetic (www.meetic.es), que ofrece una gran comunidad de personas que buscan pareja y utiliza este método de matchmaking. En este portal los usuarios pueden buscar personas afines en base a muchos parámetros, haciendo posible desde una búsqueda rápida en función a los aspectos más comunes (edad, foto, ciudad...) hasta una búsqueda más elaborada en base a gustos, color de ojos, peso, estudios...El usuario puede elegir si realizar él mismo la búsqueda o dejar que el sistema se encargue de buscar lo más adecuado en función a su perfil de usuario y preferencias personales.

2.2. Sistemas de matchmaking para videojuegos basados en niveles de habilidad

Una vez introducido el concepto de sistema de matchmaking, es necesario profundizar más y presentar el trasfondo relativo al mundo de los videojuegos. La aplicación principal de este tipo de sistemas es organizar partidas multijugador que proporcionen la mejor experiencia de juego posible.

El funcionamiento de estos sistemas en los videojuegos habitualmente es el siguiente: Los jugadores acceden a un 'lobby' donde se les permite comunicarse con otros jugadores y buscar partidas disponibles para jugar. Desde este mismo lobby también se les suele permitir organizar partidas ellos mismos escogiendo manualmente a jugadores. Si el jugador opta por el proceso automático de búsqueda de partidas se compara su historial de juego con el de jugadores similares y se organizan partidas de forma continua situando a jugadores de similar. El hecho de recurrir a este sistema de recomendación de partidas implica la posibilidad de ascender en un ranking asociado, además de obtener recompensas que normalmente suelen tener que ver con el juego o con prestigio de cara a otros jugadores por logros pasados, lo cual transforma por completo la experiencia multijugador añadiendo un fuerte componente social relacionado con el juego. Un ejemplo de interfaz multijugador se puede apreciar en la Figura 1, tomada del juego Starcraft II.

En la Figura 1 se observa el lobby, en el que el jugador se encuentra asociado con dos amigos y se les brinda la posibilidad de jugar partidas de varios tipos. En este juego en particular cada jugador tiene asociado un avatar que le representa y un perfil con los resultados de las partidas anteriores. El hecho de ir ganando partidas contra oponentes te hace acceder a ligas de mayor nivel, y por el contrario perderlas puede ocasionar el descenso a una liga peor y por supuesto menos considerada.

En general en los videojuegos actuales se agrupa a los jugadores en función al rendimiento (habilidad) que tienen en las partidas que juegan según criterios que difieren en cada juego. De un juego a otro varían varios aspectos. Algunos juegos cuentan con una serie de partidas clasificatorias que, a su finalización permiten al sistema colocar al jugador en su división correspondiente (por ejemplo, el Starcraft II del cual se ha hablado ya). Otros videojuegos directamente toman en cuenta todas las partidas y requieren muchas más para colocar correctamente al jugador en su nivel de juego correcto. También varían de uno a otro las recompensas, la organización de los jugadores, la forma de representar el ranking...



Figura 1: Matchmaking en Starcraft II

Una vez se ha descrito de forma somera el uso de estos sistemas en videojuegos se va a pasar a profundizar en los aspectos que conforman estos sistemas. Primeramente se introducirá el concepto de matchmaking basado en niveles de habilidad. Este enfoque se basa en el concepto de puntuar de alguna manera la habilidad de un jugador para buscar partidas que se ajusten a su estilo de juego. Una vez cada jugador cuenta con un índice que representa su "habilidad", el sistema organiza partidas agrupando a jugadores de nivel de juego similar. A la finalización de la partida, se actualizan todos los niveles de habilidad de los participantes en función al resultado de la partida y al nivel de habilidad de cada uno de ellos en el momento de la partida. Esto permite a los jugadores mejorar su juego y ir ganando más puntos en función a la diferencia de habilidad entre los oponentes, lo que resulta en una curva de aprendizaje muy suave y agradecida. Además, gracias a este sistema se consigue organizar encuentros lo más equilibrados posibles, en los que los jugadores se enfrentan a sus iguales y no a personas que no suponen un reto o que son mucho mejores que ellos.

Inicialmente los sistemas de matchmaking basados en niveles de habilidad se crearon para clasificar jugadores en encuentros de uno contra uno en aplicaciones como el ajedrez pero con su evolución se han ido adaptando a otras aplicaciones pensadas para más de un jugador por

equipo como las que se describen aquí. A continuación analizaremos de forma somera algunos métodos de cálculo y aplicaciones de este tipo de sistemas.

2.2.1. Métodos de cálculo

Existen muy variados métodos de cálculo para medir la habilidad de un jugador y compararlo con otros. Estas medidas de similitud son de vital importancia para conseguir un sistema coherente. No es suficiente con conseguir puntuar a los jugadores en función de sus niveles de habilidad sino que debe ser posible, en base a información de partidas que han tenido lugar, reflejar esa división que tiene lugar en rangos de puntuación de alguna manera con los datos disponibles y que a la vez sea lo más fiel posible.

ELO

Como ya hemos comentado, este sistema se introdujo en el ajedrez pero hoy en día se utiliza para muchas otras aplicaciones entre ellas el cálculo de niveles de habilidad en videojuegos.

Básicamente este método de cálculo consiste en la asignación de un número que represente la habilidad del jugador. Al ganar partidas o intervenir de forma positiva en ellas los jugadores obtienen puntos positivos y por el contrario al perderlas u obtener malos resultados los pierden. Por otro lado, este sistema hace que la ganancia de puntuación sea proporcional a diferencia de habilidad entre jugadores, y de este modo un jugador que juegue contra rivales superiores ganará más puntuación (por ser considerado un reto) que contra rivales de su nivel. Este método de cálculo también produce que el nivel se estabilice tras un número determinado de partidas, momento a partir del cual se le considerará correctamente clasificado respecto a su nivel.

Elo usa una fórmula general para calcular tras cada partida el nivel nuevo de un jugador en base al resultado de la partida y al nivel del oponente. La fórmula es la siguiente:

$$R_{\text{postA}} = R_{\text{prevA}} + k * (S - E)$$

, donde el parámetro **k** representa el factor de atenuación y sirve para medir cuánto va a cambiar el nivel del jugador después de un encuentro, **S** representa el resultado de la partida

(derrota, victoria o empate) y **E** representa el resultado esperado para la partida, que se calcula en función de los ratings de los jugadores al iniciar la partida.

En la actualidad la mayoría de federaciones usan este sistema, y una gran cantidad de juegos usan adaptaciones de Elo para medir los niveles de habilidad, como League of Legends, FIFA y World of Warcraft

Glicko

Es una adaptación de elo que incorpora una medida de incerteza al nivel de jugador. La introdujo Glicko(Glickman, 1995)en el año 2001 y junto a Elo es uno de los métodos más importantes de rating.

La principal idea en la que se basa este sistema es la introducción del ya comentado factor de incerteza, llamado **RD** (Rating Deviation). El RD intenta representar con la mayor precisión la habilidad de un jugador.

El método actúa después de cada partida disputada, y la variación del nivel de habilidad depende del RD. El cambio es pequeño si el RD es bajo, porque su nivel se considera bastante exacto, pero si su nivel es alto no se puede confiar que el jugador esté en su nivel adecuado, puede que esté en una progresión ascendente o descendente. Factores como la inactividad aumentan el RD y ir ganando partidas lo disminuye.

Existe también una segunda versión de Glicko, **Glicko2** (Glickman, 2001) que introduce el concepto de volatilidad. Glicko se usa en la actualidad en algunas federaciones de ajedrez como la australiana, además de federaciones de otros juegos como Reversi o Paintball.

TrueSkill

El sistema Glicko sirve como base para uno de los sistemas de puntuación más conocidos y usados en la actualidad. Se trata de TrueSkill, un algoritmo bayesiano desarrollado por Microsoft research y usado en los servicios de Xbox 360 Live. Con TrueSkill un jugador debe jugar un determinado número de partidas iniciales para ser clasificado. Este sistema se basa en una puntuación que sigue una distribución normal N caracterizada por un valor medio μ (de 0 a 50, representa la habilidad del jugador) y una varianza σ que representa la confianza que tiene el sistema del nivel de habilidad del jugador. Además, Trueskill cuenta con una herramienta de simulación de partidas para comprobar cómo se actualizan los valores de puntuación.

Con este sistema se pretende suavizar la distribución de puntuaciones de jugadores, puesto que en ELO para un número grande de jugadores no se distribuyen de manera eficiente.

Este comportamiento queda reflejado en las Figuras 2 y 3 (Graepel & Herbrich, 2006). La Figura 2 muestra el comportamiento del sistema de cálculo ELO contra TrueSkill para un número pequeño de personas y la Figura 3 refleja la distribución para un número grande de jugadores. Como se puede observar si el número es suficientemente grande la distribución no es convenientemente uniforme según el cálculo basado en ELO, produciendo que haya demasiados jugadores con un nivel de habilidad medio, lo que provoca a su vez que haya menos jugadores en determinados brackets (intervalos de puntuación que agrupan a los jugadores) de habilidad con el consiguiente desajuste y dificultad para organizar partidas en esas puntuaciones.

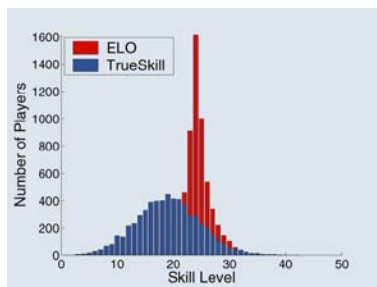


Figura 2: ELO vs TrueSkill I

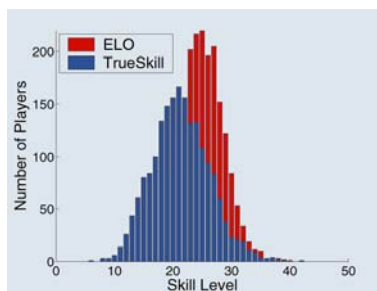


Figura 3: ELO vs TrueSkill II

2.2.2. Sistemas de juego online que emplean técnicas de Matchmaking

Los géneros de videojuegos en los que se suelen utilizar estos sistemas son los FPS (First Person Shooter), los MOBA (Multiplayer Online Battle Arena) y los juegos de estrategia.

Los juegos FPS pertenecen al género de acción y en ellos los jugadores, desde una perspectiva en primera persona, se enfrentan entre ellos o contra adversarios manejados por el

ordenador tratando de conseguir un objetivo determinado o de avanzar en la historia que se presenta. Algunos ejemplos de este tipo de juegos son el presentado en el caso de estudio, Unreal Tournament 2004, o otros más famosos actualmente como el Counter Strike: Source (Valve 2004), Call Of Duty en sus diferentes versiones, Battlefield, o QuakeLive.

Por otro lado, los juegos tipo MOBA se enmarcan en el género de la estrategia en tiempo real combinada con acción y consisten en enfrentamientos de jugadores en partidas de dos o más equipos que se enfrentan entre ellos desde una perspectiva cenital y en tercera persona. Este género de videojuegos está experimentando una época dorada con la aparición de ciertos títulos como League of Legends (LOL), Defense Of The Ancients (DOTA) y Heroes Of Newerth (HON).

Para acabar, los juegos de estrategia propiamente dicha consisten en obtener recursos y organizar tropas para conseguir la victoria ante ejércitos enemigos que pueden ser controlados por jugadores o por la CPU. Este tipo de juegos son muy propensos también a emplear sistemas de matchmaking puesto que hay diferencias muy grandes entre las habilidades de los jugadores (desde gente profesional hasta personas que juegan rara vez por ejemplo). Algunos ejemplos de este tipo de juegos son la saga Starcraft, la saga Warcraft, Age Of Empires...

En todos estos géneros se usan de manera natural sistemas de matchmaking para mejorar la experiencia multijugador. Hace unos años los videojuegos con apartado multijugador se limitaban al juego a través de una red local o mediante conexión directa entre usuarios, pero con el auge de Internet y el avance tecnológico en conexiones de banda ancha es necesario de alguna manera organizar a los jugadores, ya que muchos juegos manejan comunidades de miles y millones de usuarios y este tipo de comunidades no se pueden manejar con relaciones punto a punto.

Algunos ejemplos de juegos que usan sistemas de matchmaking como los que se han descrito:

- **World Of Warcraft:** es un juego del género MMORPG¹ (Massive Multiplayer Online Role-Playing Game) en el que los jugadores encarnan a héroes de distintas

¹ Género perteneciente a los juegos de rol o RPG en el que los jugadores habitan un mundo persistente en el cual pasa el tiempo y suceden cosas sin que ellos estén conectados o presentes. Suelen contar con grandes

características (en el juego se llaman clases) ambientado en un mundo medieval. Este juego cuenta con una serie de batallas entre jugadores llamadas Arena que les enfrentan entre sí como si de gladiadores se tratase en encuentros de 2 contra 2, 3 contra 3 o 5 contra 5. Estas batallas usan un sistema de matchmaking basado en ELO en el cual todos los jugadores comienzan en 1500 de nivel de habilidad y en función a sus oponentes y su rendimiento en cada una de las partidas que disputan consiguen aumentar o disminuir este índice que representa su habilidad. En ellas es necesario crear equipos equilibrados y estrategias para contrarrestar la configuración de clases del equipo enemigo. Los desarrolladores, al final de cada temporada de Arenas premian a los jugadores que cuentan con más puntuación con premios únicos como monturas especiales para emplear en el juego que les dan prestigio y renombre de cara a otros jugadores.

- **Halo Reach:** Es un juego desarrollado por Microsoft para su consola Xbox 360. El proceso de matchmaking de este juego busca grupos de jugadores con niveles de habilidad similares al del jugador pero permitiendo que haya jugadores de habilidad superior. Permite varias opciones y parámetros para el proceso de matchmaking, desde elegir la velocidad de conexión de los participantes, así como la nacionalidad de las personas que están en la partida... También permite elegir el perfil de juego que se desea: juego en equipo, de acción trepidante, etc. Para entrar en las clasificaciones oficiales del juego es necesario jugar un número determinado de partidas que dividen a su vez a los jugadores en divisiones y se aseguran que la base de jugadores de sus rankings oficiales se encuentra siempre activa.

2.2.3. Problemas existentes en sistemas de matchmaking

En estos sistemas desafortunadamente aparecen problemas cuando los usuarios abusan de su funcionamiento para sacar beneficio. Algunas situaciones que pueden causar problemas en sistemas de matchmaking de este tipo:

comunidades de jugadores (millones) que se relacionan entre sí y juegan juntos lo que proporciona una experiencia de juego muy social e inmersiva.

- Jugadores que perjudican a sus compañeros y que sólo se preocupan de obtener el mayor nivel posible a toda costa, incluso usando a compañeros que se dejan ganar para ello.
- Jugadores que, con el fin de jugar contra otros peores, dejan que el sistema los clasifique de forma incorrecta para vencer con facilidad.
- Jugadores que cuando consiguen una buena clasificación dejan de jugar. Para solucionar esto se puede hacer que pierdan puntos tras periodos de inactividad prolongada.
- Distribución correcta de jugadores: para una experiencia de juego satisfactoria debe haber jugadores de todos los niveles para que los tiempos de espera no se hagan interminables, para ello es necesario distribuir de manera uniforme y tener un buen número de jugadores participando en el sistema.
- Personas que dejan la partida antes de que acabe, arruinando por ejemplo una partida igualada de equipos. Conviene planificar como castigar este tipo de situaciones.
- Las cuentas nuevas pueden ser un problema si jugadores que han conseguido malos resultados (o buenos) juegan con cuentas de nueva creación, desequilibrando el sistema de matchmaking.

Algunos de estos problemas, como es el caso del relativo a las nuevas cuentas, se solventan mejor en unos métodos de cálculo que en otros pero desafortunadamente algunos otros de estos problemas son propios a todos los sistemas de matchmaking, como es el caso de los abusos por parte de los jugadores, y deben ser tenidos en cuenta a la hora de diseñar el apartado multijugador de un juego por parte de los programadores.

En el sistema que se propone, se busca evitar problemas como el primero que se menciona, premiando más el espíritu de equipo que el apartado individual del juego.

2.3. Sistemas de recomendación

Un sistema de matchmaking conlleva un proceso de recomendación de partidas para un determinado jugador. El sistema busca, de este modo, las partidas más adecuadas en función a una serie de parámetros para un jugador dado de entre todo el conjunto de partidas disponibles y se las presenta al jugador. Para la correcta comprensión del funcionamiento interno de los recomendadores se introducirán los conceptos y funcionamiento básico de éstos.

Los sistemas de recomendación forman parte de un tipo específico de técnica de filtrado de información, en los cuales se presentan distintos tipos de información que son del interés de un usuario en particular. Generalmente, el recomendador compara el perfil del usuario con algunas características de referencia de los temas para predecir la importancia que ese usuario otorgaría a una determinada información. Se trata, en esencia, de herramientas para sugerir información, productos o servicios a usuarios en grandes espacios de información.

Hay tres clases principales de sistemas de recomendación: colaborativos, basados en contenido y basados en conocimiento (Bridge, Göker, McGINTY, & Smyth, 2005).

2.3.1. Sistemas de recomendación colaborativos

Estos sistemas se basan principalmente en la idea de que cuando un usuario determinado comparte intereses con otro se puede emplear esta relación de similitud para la recomendación de recursos en el futuro. Este tipo de sistemas no requieren ningún tipo de conocimiento acerca de los recursos en sí mismos, lo cual los hace muy eficientes para ciertas aplicaciones.

A pesar de estas ventajas, en este tipo de contexto de recomendación también surgen dificultades como la elección de la medida de similitud entre recursos o la necesidad de contar con evaluaciones de éstos para funcionar.

Un ejemplo de este sistema es el portal de información Google News (Jannach, Zanker, Felfernig, & Friedrich, 2010), que recoge artículos desde miles de fuentes y los muestra al usuario de manera personalizada en función a sus intereses. En este sistema, un click en una noticia se considera una evaluación positiva y se emplea para recomendar a los usuarios las páginas que resultaron de interés a otros usuarios similares. Debido a la cantidad de datos que se manejan en este tipo de aplicaciones es imposible llevar a cabo cualquier método basado en memoria y resulta mucho más eficaz este enfoque colaborativo.

Otro ejemplo que usa del filtrado colaborativo es la red social Foursquare (www.foursquare.com), que utiliza el enorme feedback de los usuarios en las redes sociales para lograr un proceso de recomendación más refinado.

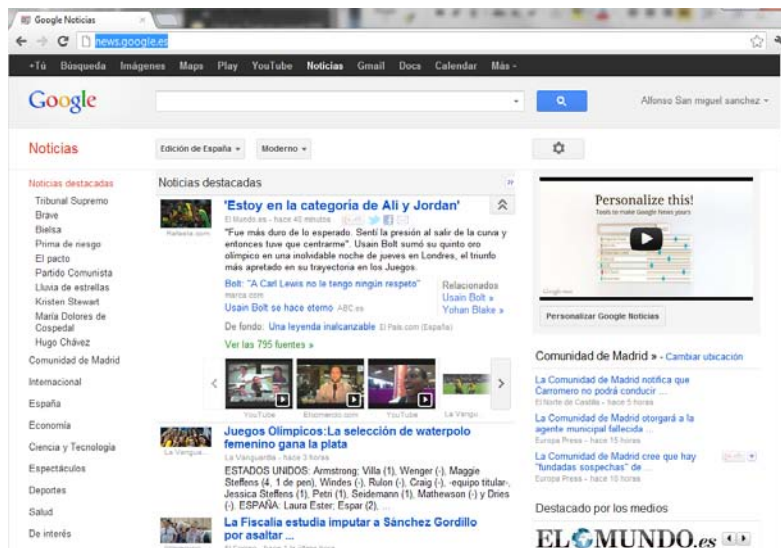


Figura 4: Google News

2.3.2. Sistemas de recomendación basados en contenido

Una de las tareas de un recomendador es el filtrado de información relevante para el usuario en conjuntos muy grandes de información. Para su selección es necesario puntuar de alguna manera cada recurso y seleccionarlos mediante esa puntuación asignada.

La idea básica de la recomendación basada en contenido es la utilización de las descripciones de recursos como método para puntuar la importancia y relevancia de cada uno de ellos. Para ello es necesaria la presencia de descripciones de cada uno de los recursos, que pueden crearse de forma manual o automática. Gracias a estas descripciones, el sistema de recomendación trata de buscar los ítems que el usuario desconoce todavía y, que en función a dichas descripciones, pueden resultar de interés para el usuario.

Una de las ventajas principales de este tipo de recomendación es que no son necesarias, como en el enfoque colaborativo, evaluaciones de los usuarios ni la existencia de una gran comunidad para el proceso, únicamente es necesario tener algún tipo de descripción de los recursos.

Un ejemplo de aplicación de este método de recomendación es la aplicación Pandora Radio (Figura 5), todavía no disponible en España, que es un portal de radio a través de Internet que recomienda música en base a una canción “semilla” seleccionada por el usuario al inicio. El sistema extrae las características de la canción dada y recomienda en función a dichas características.



Figura 5: Pandora Radio

2.3.3. Sistemas de recomendación basados en conocimiento

En algunos casos, como por ejemplo en tiendas online, no se puede contar con varias evaluaciones o historial de uso del sistema para el mismo usuario, lo que hace necesario otras técnicas para representar el conocimiento de los recursos para que el proceso de recomendación sea correcto.

Con cada nuevo caso que tiene lugar, se aumenta la base de conocimiento y mejora el funcionamiento del sistema. Este tipo de recomendadores se utilizan frecuentemente en conjunción con el razonamiento basado en casos, el cual se analizará en profundidad en la siguiente sección.

Dentro de este tipo de sistemas hay dos tipos básicos, basados en restricciones y basados en casos, dependiendo de si usan el conocimiento para buscar recursos en función a reglas o lo hacen buscando ciertas medidas de similitud entre el usuario y otros usuarios pasados y almacenados en la base de conocimiento del sistema.

Los sistemas basados en restricciones tratan de satisfacer una serie de reglas (Felferning y Burke 2008, Zanker *et. al* 2010) que pueden ser resueltas por una base de datos. Estas reglas se pueden expresar como una tupla (V,D,C), donde V representa las características del objeto, D el dominio de estas características y C representa los valores que simultáneamente toman dichas características. Una solución se corresponde con una asignación de variables que satisfaga las restricciones (Jannach et al., 2010).

Por otro lado, los recomendadores basados en casos evalúan los objetos en función a una medida de similitud que entre lo buscado y el recurso a ofrecer. El proceso de recuperación de los casos y reutilización futura y las medidas de similitud que emplean van frecuentemente ligados al razonamiento basado en casos, que se describirá con detalle en la siguiente subsección.

Ambos sistemas de recomendación basan su resultado en el conocimiento detallado de los recursos a recomendar.

Un ejemplo de este tipo de recomendadores es el expuesto en (Martínez, Barranco, Pérez, & Espinilla, 2008), en el cual se emplean este tipo de recomendadores en un sistema de comercio electrónico, aplicaciones en las que se ofrecen todo tipo de productos para cubrir las necesidades de usuarios de intereses muy variados. Para ello lleva a cabo una recomendación basada en lingüística fuzzy, defendiendo que este tipo de enfoque es más correcto en algunas situaciones del mundo real donde la información es más cualitativa que cuantitativa y donde es difícil medir los parámetros de forma numérica.

2.4. Razonamiento basado en casos

El sistema de razonamiento basado en casos, llamado CBR (case-based reasoning) es un modelo que se basa en la búsqueda de la solución de nuevos problemas en base a una relación de casos previos y soluciones similares.

Este tipo de razonamiento no es sólo un método muy potente de resolución de problemas en el campo de la Inteligencia Artificial sino que es un proceso siempre presente para la resolución de problemas en nuestro día a día (Vollrath, Wolfgang, & Bergman, 1998). Así, un médico cuando realiza un diagnóstico se basa en casos previos similares que dieron buenos resultados o un juez dicta sentencia según lo establecido en casos pasados.

De este modo, el modelo que plantea el CBR supone un modelo de adquirir conocimiento y de aprendizaje continuo para la resolución de problemas.

El razonamiento basado en casos difiere en muchos aspectos de otras técnicas de Inteligencia Artificial. En vez de emplear sólo el conocimiento general o de hacer asociaciones basadas en reglas, CBR es capaz de utilizar conocimiento específico en aplicaciones concretas (casos). Adicionalmente cada vez que se añade un caso nuevo éste pasa a formar parte del conocimiento para futuros problemas, lo que supone un aprendizaje continuo y por ende una mejora progresiva del sistema.

Este razonamiento supone algunas ventajas importantes respecto a otros enfoques como por ejemplo la posibilidad de proponer soluciones a problemas que no se comprenden en su totalidad o la mayor sencillez que supone la adquisición de nuevos casos frente a por ejemplo el descubrimiento de reglas y generalizaciones nuevas para resolver problemas.

2.4.1. Aspectos generales

El proceso que propone el razonamiento basado en casos consiste en cuatro pasos claramente diferenciados:

- **RECUPERAR:** Al aparecer un caso nuevo, se recupera del conocimiento general algún caso o casos previos similares.
- **REUTILIZAR:** Una vez hemos recuperado casos similares procedemos a solucionar el caso empleando esta información.
- **REVISAR:** Una vez resuelto es necesario verificar y confirmar que la solución es válida.
- **RECORDAR:** Una vez se confirma la solución del caso ésta pasa a formar parte del conocimiento general para futuros casos.

Este proceso queda reflejado en la Figura 6 (Aamodt, 1995)

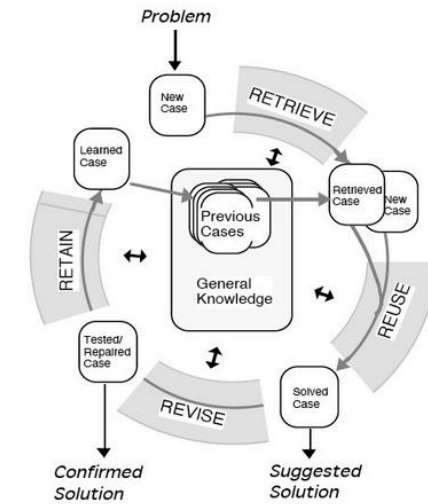


Figura 6: ciclo CBR

Cada caso es básicamente la descripción de un problema con su solución y el resultado de la aplicación de esta solución.

Entre las ventajas con que cuenta este sistema se encuentran las siguientes:

- No es necesario realizar entrenamiento previo, con el consiguiente ahorro de tiempo
- No depende, a diferencia de otros enfoques estadísticos, de hipótesis sobre la distribución de los valores o independencia de atributos.
- Posee una gran eficacia de clasificación a pesar de su sencillez.
- Posibilidad de proponer soluciones a problemas que no se comprenden en su totalidad.

Como contrapunto a estas ventajas también cuenta con algunos problemas que surgen a la hora de aplicarlo:

- En algunas aplicaciones es complicado medir la similitud entre casos. En atributos de tipo continuo esta tarea es trivial pero cuando los atributos de cada caso no son ordinales, la interpretación de la distancia es más problemática. También puede suceder que si hay muchos atributos irrelevantes, dos casos similares pueden parecer distintos.
- El tiempo requerido para clasificar un nuevo caso es mucho mayor que en otros algoritmos, sobre todo si el número de casos ya almacenados es muy grande.
- Es imposible almacenar todos los casos puesto que el sistema se volvería demasiado lento, así que se plantea el problema adicional de la elección de casos relevantes o prototipo, elección que en algunas aplicaciones puede no resultar en absoluto sencilla.

2.4.2. Aplicaciones de razonamiento basado en casos

Aparte de las aplicaciones obvias ya comentadas, estas técnicas se usan para las más variadas aplicaciones. Algunos ejemplos:

- **Razonamiento basado en casos para aplicaciones de diagnóstico** (Göker, Howlett, & Pric, 2005): En este tipo de aplicaciones el razonamiento basado en casos es empleado constantemente. En vez de derivar nuevas soluciones para cada paciente de un hospital en función a su diagnóstico cada vez que se observa un problema, es

mucho más eficiente reusar la información relativa a problemas previos y adaptarla a cada nuevo caso. A medida que avanza el proceso de aprendizaje con nuevos casos el sistema va perfeccionándose y aumentando su eficiencia.

- **Proceso de imágenes en razonamiento basado en casos** (Perner, Holt, & Richter, 2005): En el campo de procesado de imágenes se emplea CBR para controlar cada una de las etapas del proceso de procesado de la imagen para derivar la información con la mayor calidad posible. Además, CBR ofrece un aprendizaje continuo para todas las fases de la interpretación de una imagen.
- **Razonamiento basado en casos en ámbitos legales** (Rissland, Ashley, & Branting, 2005): Este es un campo especialmente interesante para el campo del CBR debido a su naturaleza basada en casos. La ley Americana, de hecho, es basada en precedentes y se deciden los veredictos en función a casos pasados similares. La similitud entre casos, por el contrario, es dinámica y supone un campo muy interesante a explorar para los expertos del campo.

Al margen de estas aplicaciones, el razonamiento basado en casos se emplea en muchos más campos debido a su gran similitud con la forma de pensar de la mente humana y su aprendizaje.

2.4.3. Razonamiento basado en casos y Matchmaking

En la caso de estudio que se trata, el razonamiento basado en casos se va a emplear para organizar partidas de equipo en videojuegos multijugador. De este modo, gracias a la recomendación de jugadores de una base de datos de jugadores y partidas con información detallada usando varias puntuaciones diferentes, se busca crear partidas competitivas para maximizar la diversión de los usuarios y mejorar la experiencia de juego.

Para ello se trata de equilibrar las partidas y que no resulten ni aburridas para los jugadores superiores ni demasiado frustrantes para novatos o personas no tan habilidosas.

Estas técnicas se llevan utilizando desde hace ya unos años en el mundo de los videojuegos y gracias a sistemas de premios y rankings consiguen que los jugadores tengan más alicientes para continuar jugando.

Con el sistema de roles propuesto en este caso de estudio (basado en las ideas expresadas por (Jiménez-Rodríguez, Jiménez-Díaz, & Díaz-Agudo, 2011)) se busca dar un giro al enfoque habitual y que prime más el concepto de equipo sobre el de la habilidad del jugador, basándose en la idea de que un equipo completo y que funcione correctamente en la consecución de los objetivos de la partida no se basa únicamente en la habilidad de sus componentes sino que entran en juego otros aspectos. Este razonamiento no se limita a la organización de juegos equilibrados sino que se puede emplear para buscar un tipo de partida determinada para un jugador, como una partida de acción trepidante o una de corte más estratégico en función a las preferencias del jugador en el momento de ponerse a jugar.

Este tipo de sistema emplea de los datos de una serie de partidas que en el pasado se consideraron de calidad en lo que a experiencia de usuario se refiere para la recomendación de partidas a un jugador.

Capítulo 3 - Marco teórico: proceso de recomendación y proceso de verificación

Las partidas organizadas mediante un sistema basado en habilidad pueden estar equilibradas en cuanto al nivel de juego de sus jugadores, pero esto no implica que gracias a este sistema la experiencia del usuario mejore por ello.

Para tratar de solucionar este problema se introduce la idea de una recomendación basada en roles, en el cual los jugadores son representados mediante una medida diferente a su habilidad. En lugar de el enfoque clásico se representa a los jugadores mediante una serie de roles que representan diferentes perfiles de juego. Cada uno de estos perfiles cuenta con una puntuación que determina el nivel de juego en ese rol determinado del jugador en cuestión.

Gracias a este sistema se pretende organizar las partidas con el fin de que los jugadores obtengan una experiencia de juego más satisfactoria y no sólo equilibrada en lo que a habilidad de los jugadores participantes se refiere sino también completa en lo que se refiere a configuraciones de equipo en modos de juego cooperativos.

Para la realización de este sistema, además de estudiar su funcionamiento y el proceso de trabajo a llevar a cabo para su realización, se propone un método de validación para comprobar su eficacia.

3.1. Sistema de recomendación basado en roles

3.1.1. Funcionamiento del sistema

Un sistema de matchmaking, como ya se ha descrito en secciones anteriores, conlleva varias fases. Inicialmente se ha de contar con los perfiles de cada uno de los jugadores que han pasado por el sistema. Los jugadores que todavía no han jugado usando el sistema de matchmaking no contarán con un perfil definido, y éste se irá construyendo a medida que jueguen partidas y cada vez reflejará mejor su manera de jugar.

Como paso previo al proceso de recomendación hay que estudiar el juego en cuestión y modelar una serie de perfiles de juego, que de ahora en adelante se llamarán roles, que representan los posibles comportamientos que pueden tomar los jugadores en las partidas de

equipo. Estos perfiles deben tratar de cubrir todo el espectro de los comportamientos que pueden adoptar los participantes de las partidas para que el sistema funcione de forma correcta.

El jugador contará con una puntuación numérica en cada uno de estos roles que indicará en qué medida éste toma en las partidas cada uno de los comportamientos. La puntuación más alta de todos los roles indicará el rol principal para cada jugador y será el papel que desempeñe en los equipos.

El sistema que se propone tiene el funcionamiento siguiente; Recoge las puntuaciones de los jugadores y los equipos que participan en las partidas y empleando estos datos se construyen los roles de cada uno de los participantes.

Cuando el jugador entra en el lobby, hay una serie de partidas disponibles que todavía no han empezado. Estas partidas tienen huecos que el sistema debe rellenar con los jugadores que faltan para que el juego comience. La labor del sistema de matchmaking es ir rellenando estos huecos con los jugadores idóneos para la partida. Los criterios para elegir un jugador sobre otro los dictan una serie de partidas prototípicas que representan experiencias interesantes para el jugador. Estas partidas prototípicas indican qué perfil de jugador necesitan las partidas para proporcionar la mejor experiencia posible y se hablará de ellas en secciones posteriores.

El sistema, de este modo, recomienda de entre todas las partidas disponibles en el lobby una de ellas y el jugador la juega. Tras la partida los datos de todo lo acontecido en ella se introducen en el conjunto de información de partidas. Una vez se han introducido estos datos el sistema se ocupa de actualizar los perfiles de todos los jugadores que participaron en ella, con lo cual el sistema queda actualizado y al día.

La tarea del sistema en este momento es inferir, de entre las partidas disponibles y usando los datos del jugador y las partidas prototípicas, qué partida es la que mejor experiencia de juego va a aportar al jugador, para lo cual debe predecir los resultados de dichas partidas en función a los datos de partidas con los que cuenta.

Una vez se ha concluido la parte de recomendación ya tendríamos el proceso completo, sólo resta evaluar su rendimiento. Para ello se propone un proceso de trabajo para validar el sistema y determinar si resulta eficiente.

El proceso de recomendación queda reflejado en la Figura 7.

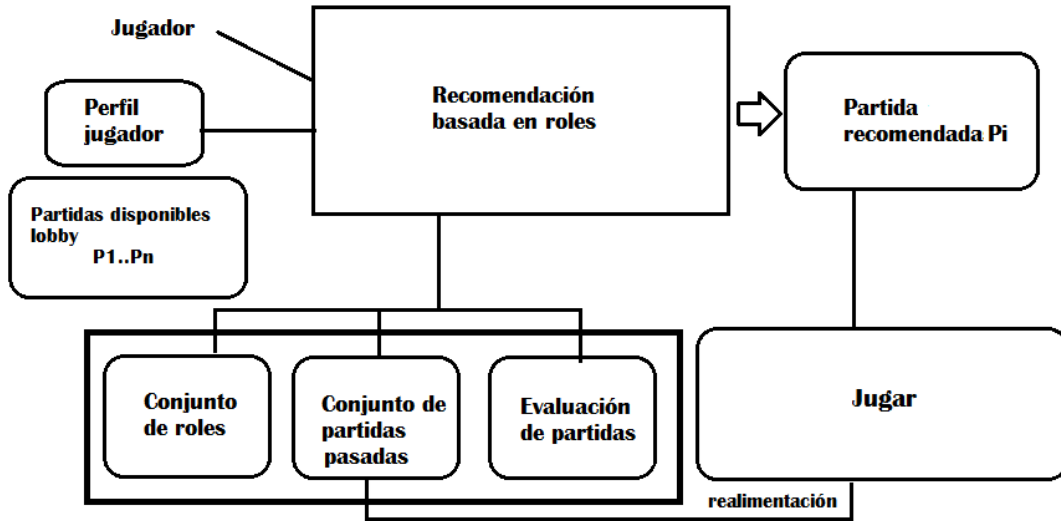


Figura 7: Proceso de recomendación

3.2. Fases del proceso de recomendación

Para llevar a cabo el proceso de recomendación es necesario introducir y analizar una serie de fases de diseño que deben ser llevadas a cabo previamente. Estas fases se describen y analizan en las subsecciones siguientes.

3.2.1. Modelado de roles

Como se ha descrito anteriormente, el término rol representa un perfil determinado que puede tomar el jugador en una partida de equipo. Para el proceso de matchmaking basado en roles es necesario haber modelado previamente un conjunto de roles completo que represente todos los posibles comportamientos que puede adoptar el jugador en una partida.

La elección del conjunto de roles que describen el comportamiento de los jugadores no es una tarea trivial. Debe ser un conjunto de roles claro y a la vez sencillo, que sea comprensible para los jugadores y para los programadores de cara al diseño.

Cada juego supone un conjunto de datos de encuentros determinado y propio, así que es necesario para la elección de los modelos contar con un experto en el videojuego en cuestión que conozca su funcionamiento y cómo funcionan las partidas, y que tenga experiencia en ese tipo de juegos para saber cómo se desarrollan las partidas y los comportamientos prototípicos de los usuarios que participan en éstas. También se pueden plantear otras alternativas usando otras

técnicas como inferir estos roles usando técnicas de data mining como el clustering² que dividan a los jugadores en función a sus puntuaciones.

Para conseguir un conjunto completo es necesario cubrir de alguna manera equilibrada los perfiles ofensivos y defensivos del juego, además de otros comportamientos más específicos que se den en éste, como por ejemplo en el caso de un juego FPS los francotiradores, o en otros géneros como la estrategia jugadores de corte defensivo.

Es necesario tener en cuenta en todo momento los datos de las partidas de los que se puede disponer y el formato de las diferentes puntuaciones, no se puede crear un conjunto de roles que modele perfectamente los comportamientos de los jugadores y que no sea posible de ser expresado con los datos disponibles, así que en este aspecto la decisión se limita bastante en función a los datos con los que se va a trabajar.

Para el modelado de roles se asignarán una serie de pesos a puntuaciones que determinarán la influencia de una de las puntuaciones del juego en cada uno de los roles. Esta asignación de pesos la realizará un experto del videojuego en cuestión que establecerá la fórmula para calcular la puntuación de cada uno de los roles en función a los datos estadísticos. Tras cada partida, se calculará el nuevo nivel para cada uno de los roles en función de la puntuación pasada y de los pesos de la última partida. En la asignación de pesos habrá puntuaciones que resten y otras que sumen puntos al nivel general, lo que supone que cada partida jugada por el usuario puede implicar una pérdida o ganancia de puntuación en cada uno de los roles en función a su rendimiento en dicha partida. Esta fórmula se analizará en la subsección siguiente.

3.2.2. Perfil basado en roles de los jugadores

El perfil de un jugador se compone de una puntuación para cada uno de los roles que forman el conjunto de roles que se han modelado. Cada una de estas puntuaciones debe ser actualizada tras cada partida y refleja el nivel de juego relativo a ese rol del jugador.

De este modo, los roles de un jugador tienen el siguiente formato:

Perfil jugador: $(PR_1, PR_2, \dots, PR_n)$, donde PR_i representa la puntuación del rol i .

² Procedimiento de agrupación de acuerdo a un criterio de cercanía entre sujetos. Esta cercanía se define en términos de una determinada función de distancia. Los miembros de un clúster o grupo comparten propiedades comunes. Se trata de una técnica de aprendizaje automático no supervisado.

Cuando un jugador nuevo entra en el sistema sus roles toman un valor inicial que lo sitúa como un jugador neutro y dichos roles deben ir evolucionando a medida que tienen lugar las partidas. Cuantas más partidas juegue el jugador más información dispondrá el sistema de su perfil de juego y más fiel será la clasificación del jugador. Estas puntuaciones en cada uno de los roles se emplearán en el proceso de recomendación para la organización y recomendación de partidas.

Para actualizar los valores de cada uno de los roles tras una partida se va a usar la siguiente fórmula para cada uno de los jugadores que han participado y una vez para cada rol del jugador:

$$PRi' = PRi \sum_{j=1}^m w_j * e_j$$

El nuevo valor del rol i dependerá del valor que tomaba anteriormente y de las puntuaciones que han resultado de la partida. El parámetro w_j representa los pesos que tienen cada una de las puntuaciones y e_j representa el valor de cada puntuación tras la partida.

Los pesos relativos a cada rol suman o restan puntos en función a si reflejan comportamientos que aportan o no al rol en cuestión.

Al margen de la puntuación para cada rol el jugador tendrá además su rol mayoritario, que será el papel principal que desempeñe en el equipo y que simplemente será el rol que cuente con puntuación más alta. De este modo, todos los jugadores del conjunto de entrenamiento quedarán clasificados mediante su rol principal y contarán con distintas puntuaciones para cada uno de los perfiles de juego del conjunto de perfiles.

3.2.3. Partidas prototípicas

Una vez contamos con los jugadores y sus roles respectivos, debemos establecer el criterio para elegir para un jugador determinado una partida u otra. Para elegir una partida u otra para el jugador, podemos considerar dos criterios. Por un lado podemos modelar una serie de tipos de partida que representen experiencias de juego interesantes para el jugador y por el otro se plantea un sistema de evaluación del conjunto de partidas disponible que emplea datos de partidas pasadas para tratar de predecir su desarrollo.

El sistema de matchmaking debe recomendar en función al tipo de partida que desea jugar el jugador y para ello es necesario modelar una serie de tipos de partida en función a los perfiles de los jugadores que las componen. El conjunto de tipos de partidas puede variar en función del juego. La idea es ofrecer al jugador potencial un registro variado de tipos de partida a jugar para ofrecerle una experiencia multijugador lo más variada posible. Por ejemplo en el caso de un juego de estrategia es posible recomendar al jugador una partida contra alguien superior a él si éste lo desea, o por otro lado es posible recomendar una partida que va a suponer un largo asedio contra un jugador de corte defensivo o cualquier otro tipo de partida que se considere interesante de cara a la recomendación.

Las partidas pueden representar cualquier tipo de juego, desde partidas equilibradas, que es el tipo de partidas que se van a recomendar en el caso de estudio, hasta partidas de acción trepidante.

Una vez se decide el conjunto de partidas a representar en este conjunto hay que reflejar estas partidas y modelarlas en función a los roles de los jugadores que conforman los equipos. Para conseguir reflejar los tipos de partida en función a los roles es necesario contar con una serie de plantillas de equipo que indiquen los roles necesarios para cada uno de los tipos de partida a modelar. Para la elaboración de estas plantillas se puede contar con la ayuda de un experto del videojuego en cuestión que describa las configuraciones de roles a seguir para conseguir una u otra experiencia de juego.

De este modo tras esta etapa se contará con una serie de configuraciones de equipo asignadas a cada tipo de partida que el diseñador desee incluir en la recomendación.

3.2.4. Evaluación de partidas

Para tener un criterio a la hora de recomendar partidas y ser capaz de distinguir cuáles son mejores frente a otras es necesario contar con una medida que determine en función a una serie de factores qué partida resulta más entretenida de cara al usuario.

Como no disponemos de datos estadísticos de las partidas a recomendar puesto que no se han jugado todavía, necesitamos más información para ser capaces de predecir el resultado de una u otra configuración de jugadores. Para ello se propone estudiar partidas similares que tuvieron lugar y establecer similitudes entre éstas y las partidas a recomendar.

En esta sección se va a analizar cómo evaluar la calidad de las partidas en términos de la información estadística de partidas disponible. Para ello hay que definir numéricamente una puntuación que evalúe las partidas en varios aspectos. Algunos aspectos que pueden resultar interesantes:

- Partidas equilibradas: Es más probable que una partida reñida haya mantenido a un jugador disfrutando hasta su finalización. Para que una partida haya sido reñida las puntuaciones de ambos equipos deben ser similares.
- Puntuaciones individuales equilibradas: Igual que en el aspecto grupal, las puntuaciones individuales de cada jugador deben ser relativamente parecidas, de lo contrario existirá algún jugador mucho más habilidoso o mucho peor que el resto. De lo contrario surgirán situaciones en las que los jugadores no participan en el desarrollo de la partida de forma natural por ser mejores o peores que el nivel general.
- Colaboración entre jugadores: Es necesario también tener en cuenta los eventos relativos al juego en equipo disponibles en el juego, puesto que una partida en la que haya espíritu de colaboración y sensación de cohesión grupal proporcionará una experiencia muy buena a sus participantes.

Los aspectos que se elijan finalmente dependen del juego en cuestión, pero es necesario que puedan ser reflejados en función a las puntuaciones o datos estadísticos recogidos de las partidas. De este modo, podemos evaluar una partida en función a una simple fórmula que evalúe en función a una serie de pesos y de puntuaciones.

Para la evaluación se van a usar técnicas similares a CBR mediante las cuales se establece una medida de similitud entre la partida a recomendar y partidas pasadas. Gracias a esta similitud podemos predecir en función a los resultados que dieron partidas de corte similar si la partida que nos disponemos a recomendar puede aportar una buena experiencia o no. La medida de similitud debe ser capaz de reflejar en función a la información disponible.

La fórmula tendrá el formato siguiente, dadas dos partidas P_i y PP_k de las cuales P_i forma parte de las partidas a recomendar y PP_k del conjunto de partidas prototípicas:

$$eval(P, PP) = \frac{\sum_{j=1}^m w_j * e_j}{\sum_{i=1}^m w_i * e_i}$$

En la que el parámetro w_j representa el peso que se le asigna a la puntuación e_j . Los pesos w_j y w_i se establecen a priori y el subíndice e_j representa diferentes puntuaciones de la partida PP. Las puntuaciones relativas a la partida P son e_i .

Las puntuaciones a tener en cuenta tienen que ser información propia de los jugadores, como el número de asesinatos por unidad de tiempo en un juego de acción o el tiempo medio que permanece vivo. No se pueden emplear en las medidas de similitud puntuaciones propias de partidas puesto que no podemos contar con ellas porque la partida P no ha tenido lugar.

Gracias a esta fórmula podemos determinar hasta qué punto las partidas son similares para que, en caso de similitud elevada, podamos predecir los resultados de la partida P mediante las puntuaciones de PP.

Para poder establecer estas relaciones es necesario también definir una medida de similitud entre jugadores que nos permita comparar ambas partidas. Esta medida de similitud debe ser independiente de la puntuación de los roles del jugador.

Cuando contemos con una puntuación para cada partida del lobby ya tendremos un medio para comparar unas partidas con otras y únicamente se debe elegir la puntuación más alta. Las partidas con más puntuación quedarán establecidas como las más buenas para el jugador al que se está recomendando.

3.2.5. Recomendación de partidas

Una vez contamos con los perfiles de juego, los datos de partidas, el conjunto de roles y con un medio para comparar las partidas ya contamos con el material necesario para recomendar partidas a un jugador. El sistema además de recomendar organiza la partida en función a los jugadores que ya se encuentran en ella y busca perfiles de jugadores que pueden funcionar bien en conjunción a los que ya están dentro.

Adicionalmente, gracias a lo propuesto en la sección 3.2.4. se pueden emplear todos los datos de partidas para mejorar nuestras recomendaciones y enriquecer nuestro sistema de matchmaking.

Una vez el sistema determina qué partida es la más adecuada se la presenta al jugador y éste la juega. Al término de la partida el sistema emplea las estadísticas y puntuaciones de la

partida para, usando la fórmula descrita en la sección 3.2.2, actualizar los roles de cada uno de los jugadores de la partida que acaba de tener lugar.

Una vez ha concluido el proceso los datos de la partida se almacenan en la base de datos de partidas del sistema y se emplean para recomendaciones futuras.

3.3. Proceso de validación

Con el fin de determinar si la propuesta de matchmaking basada en roles es válida, se propone un proceso completo de validación mediante el cual se puede evaluar el comportamiento del sistema propuesto en comparación con otros sistemas de matchmaking ya usados.

Para el proceso de validación se va a comparar los resultados de nuestro sistema con las recomendaciones de otro sistema basado en habilidad. Para ello se llevará a cabo una implementación de un sistema de habilidad con cualquiera de los métodos de cálculo descritos en el Estado del Arte.

Usando el mismo conjunto de datos iniciales, se procesa y puntúa a los participantes en las partidas y se estudia la recomendación que se realizaría en cada una de ellas.

Una vez contemos con los resultados de ambas recomendaciones podremos compararlas usando los mismos criterios y de este modo contar con un medio de evaluación de nuestro sistema.

3.3.1. Elección del conjunto de datos a clasificar

Para la realización del proceso de verificación es necesario seleccionar un conjunto de datos iniciales de partidas que usaremos para la creación de los perfiles de usuario de los jugadores que participaron en dichas partidas. Para contar con estos datos y poder emplearlos en nuestro sistema es necesario contar con un medio para extraerlos del conjunto de datos de partidas y procesarlos.

El conjunto de partidas relevantes debe estar formado por partidas en las que juega un número suficiente de jugadores, que tienen a su vez una duración mínima asociada y en las cuales hay eventos suficientes que permitan determinar que son partidas de referencia. Para ello se realiza una selección y filtrado de partidas con el fin de eliminar este tipo de partidas no deseadas que no duran lo suficiente, cuentan con suficientes jugadores o por otras razones no suponen ejemplares de interés.

Una vez contamos con esa información, se procede a su proceso y a elaborar el perfil de juego de todos los usuarios que participaron en ellas, obteniendo el rol principal en el juego de cada uno de ellos.

3.3.2. Puntuación basada en niveles de habilidad de los jugadores

Paralelamente al desarrollo del sistema basado en roles se va a llevar a cabo una recomendación basada en niveles de habilidad de los jugadores que han participado en las partidas que se han elegido como base del sistema.

Se ha elegido un sistema de puntuación basado en niveles de habilidad como el más representativo de las técnicas actuales de matchmaking. Igual que en el enfoque de roles, en el enfoque basado en niveles de habilidad se tienen en cuenta los resultados de cada partida tanto grupales como individuales para la actualización de los niveles de habilidad de los jugadores. Para llevar a cabo esta fase se puede emplear cualquiera de los métodos de cálculo presentados en la sección 2.2.1.

La puntuación de este conjunto de datos debería dar lugar a un nivel de habilidad para cada jugador que representase lo más fielmente posible su nivel de juego, para lo cual es necesario que haya disputado suficientes partidas y, por ende, se encuentre correctamente puntuada su habilidad para su nivel de juego. El objetivo final es que todo el conjunto de datos tenga su puntuación de habilidad asociada, y se use como referencia para medir lo buenos que son los jugadores.

De este modo, en esta fase se procede al procesado de los datos de las partidas que se desee tener en cuenta y se actualizan los valores de cada jugador en función a las puntuaciones de las partidas.

3.3.3. Comparación de ambos sistemas

Una vez hemos conseguido los conjuntos clasificados y puntuados y contamos con un método para evaluar las partidas, podemos establecer comparaciones entre ambos sistemas usando las partidas que el sistema recomiende en cada sistema.

Si tenemos los dos conjuntos de partidas podemos evaluar cada una de estas partidas que son fruto de la recomendación según los criterios que decidamos y, de esta forma, establecer comparaciones directas entre los equipos y jugadores que se elegirían.

El sistema que se propone es similar al algoritmo Leave-One-Out de validación cruzada (Elisseeff & Pontil, 2003), que separa los datos de forma que para cada iteración se extrae una muestra del conjunto y el sistema trata de predecir el componente que se extrajo. Este proceso se repite tantas iteraciones como datos haya en el conjunto y la evaluación del proceso viene dada por el error, que se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$E = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N E_i.$$

Donde el resultado final E se obtiene realizando la media aritmética de los N valores de errores obtenidos.

En nuestro caso se elimina un jugador de una partida que se considera de calidad según la medida de evaluación y se busca un posible sustituto usando el sistema de clasificación basado en roles. Paralelamente buscamos un sustituto usando el sistema basado en habilidad. En nuestra adaptación el error se obtendrá de comparar mediante una medida de similitud los jugadores resultantes de ambos tipos de matchmaking respecto del jugador que se eliminó. Cuanto más se aproximen al jugador sustituido mejor será la recomendación. Este proceso se repite una vez por cada jugador en la partida y puede repetirse para cualquier número de partidas N. El proceso se muestra en la Figura 8.

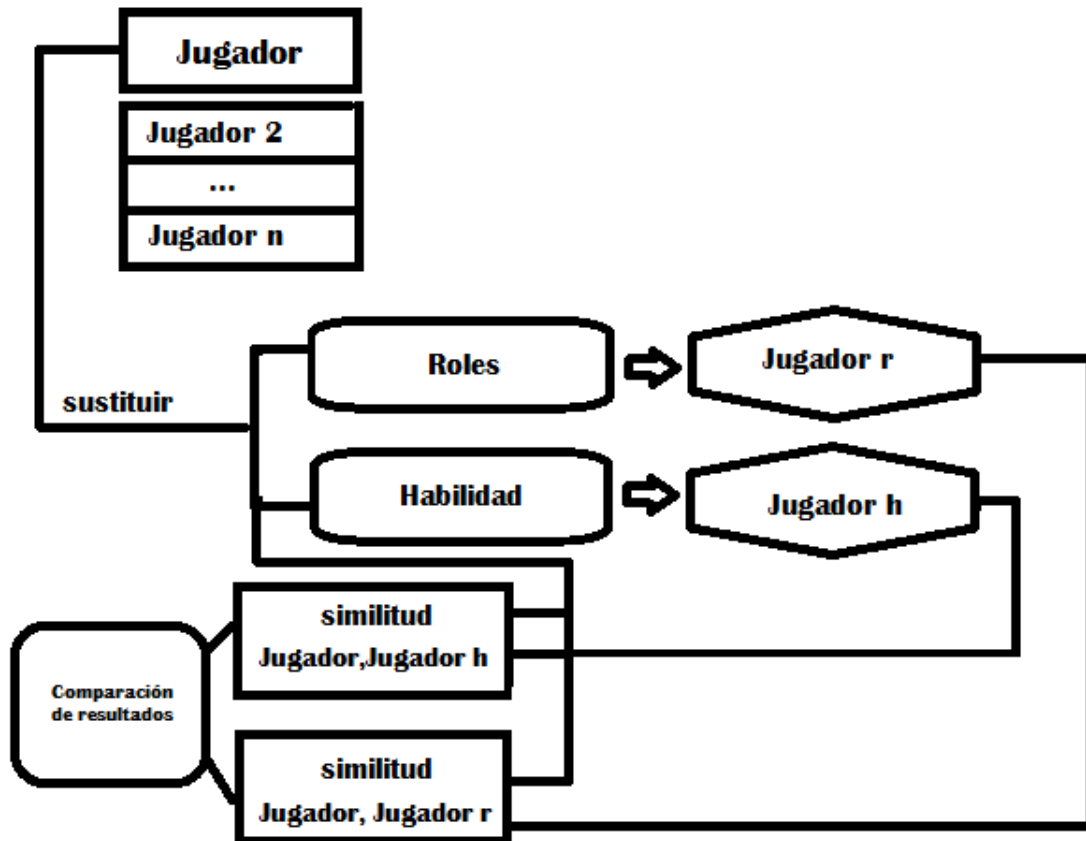


Figura 8: comparación de resultados matchmaking

La medida de similitud debe basarse en parámetros de los jugadores que no sean su nivel de habilidad ni su clasificación basada en roles para que la comparación sea completamente independiente del sistema de matchmaking elegido.

Capítulo 4 - Caso de estudio: Matchmaking en Unreal Tournament 2004

En esta sección se va a describir el proceso de desarrollo del caso de estudio. Empleando las ideas expresadas en el marco teórico y el proceso de trabajo propuesto, se describirá cómo se ha llevado a cabo cada uno de los aspectos de los que consta el sistema.

También se introducirá el Unreal Tournament 2004, que es el juego que se ha empleado como referente para el desarrollo del sistema de matchmaking basado en roles.

4.1. Presentación del juego

Unreal Tournament 2004 (UT2004) es un juego perteneciente al género ya descrito de los FPS, desarrollado por Epic Games y Digital Extremes en 2004 y está disponible para Windows, MacOSX y Linux.

UT2004 se orienta al juego multijugador y es muy similar a su antecesor, Unreal Tournament 2003. El videojuego permite tanto jugar con oponentes controlados por el ordenador (NPCS, non person characters) o con jugadores a través de Internet o red local. Una de las novedades más significativas que supuso este título fue la introducción de vehículos al concepto Unreal Tournament anterior.

Una de las características más atractivas de la saga Unreal Tournament es la posibilidad de que los jugadores creen su propio contenido como armas, mapas e incluso modos de juego innovadores gracias al editor UnrealED que incluye el juego.

Esta entrega también introduce nuevas armas, vehículos y modos de juego y tuvo un gran éxito en su día.

En la Figura 8 se muestra una captura de pantalla del juego en cuestión, en el cual se ve la perspectiva del jugador en el juego y la interfaz de usuario en la cual éste visualiza la vida, armas y armadura (que le otorga protección extra ante el armamento enemigo) que tiene en cada momento.



Figura 9: Captura de Unreal Tournament 2004

Para la realización del caso de estudio se ha elegido este juego en particular por ser una de las sagas de videojuegos multijugador más representativas, y, a pesar de tener ya unos años y estar algo desfasado a nivel tecnológico respecto a otros juegos similares más modernos, mantiene una base sólida de jugadores.

Además, este juego es perfecto para su uso académico pues refleja además un juego de acción prototípico y de planteamiento sencillo. Además, cuenta con una gran variedad de modos multijugador entre los cuales hay varios modos de juego en equipo que nos interesan especialmente para nuestro estudio.

Otra de las grandes ventajas con que cuenta este juego es la existencia de una página web mantenida por los desarrolladores (<http://ut2004stats.epicgames.com>) que almacena todos los datos de las partidas que se juegan. Esto nos proporciona una gran base estadística de datos para emplear, en las cuales se cubren todas las posibles situaciones que se pueden dar en partidas multijugador así como todos los perfiles de juego para los jugadores que se emplearán más adelante.

4.1.1 Modos de juego multijugador

Uno de los platos fuertes de este videojuego es la variedad de modos multijugador con que cuenta, desde partidas estratégicas hasta modos todos contra todos de acción trepidante, a continuación describimos de forma superficial los modos de juego:

- Asalto: Este modo de juego consiste en un asedio a una base fortificada, con escenarios y situaciones variadas, desde trenes en movimiento hasta el asalto de una nave alienígena.
- Onslaught: En este modo de juego el objetivo es la destrucción del núcleo de energía del equipo contrario. Cuenta con mapas muy grandes y combate abierto, donde los vehículos toman gran protagonismo.
- Deathmatch: Se trata del clásico todos contra todos, y gana quien obtiene más asesinatos.
- Team Deathmatch: Similar al modo Deathmatch pero organizado por equipos, gana a su vez el equipo que más asesinatos totales obtiene.
- Capture The Flag: Cada mapa cuenta con dos banderas situadas en lugares estratégicos. Para puntuar el equipo debe penetrar en las defensas de su oponente, tomar la bandera y conseguir llevarla a su propia bandera que a su vez debe de estar defendida. Cuando una persona es asesinada y porta la bandera del equipo contrario esta pasa a estar en el suelo, donde puede ser recuperada por sus poseedores o recogida por el equipo contrario para continuar el camino hacia su base.
- Double Domination: Cada mapa tiene dos Domination Points. Para puntuar se deben capturar estos dos lugares situándose en ellos y manteniéndolos durante 10 segundos sin ser asesinado. Tras puntuar, los puntos de control vuelven a la neutralidad y es posible capturarlos de nuevo.
- Bombing Run: Cada nivel tiene una pelota en el centro. El objetivo es tomar el balón, llevarlo hasta la base enemiga y dispararlo a través de su portería, como sucedería en un partido de fútbol. Cuando se elimina a un jugador con la pelota esta pasa a estar en el suelo y puede ser recogida por otro jugador.

- Mutant: El jugador que realiza el primer asesinato de la partida se convierte en un mutante y instantáneamente tiene a su disposición todas las armas. En ese momento se convierte en el objetivo a abatir por todos los demás jugadores. Los puntos se consiguen cuando asesinas jugadores siendo el mutante.
- Last Man Standing: Los jugadores regeneran vida cuando asesinan a un jugador. Si un jugador permanece estático en un lugar se convierte en visible en el minimapa del resto de jugadores. El último jugador que queda vivo es el que gana la partida.
- Invasion: En este modo de juego los jugadores combaten contra oleadas de monstruos, cada vez más poderosas. Si un jugador muere durante una oleada hasta que no finalice no vuelve a resucitar.

Esta variedad de modos de juego supone un gran aliciente de cara al usuario, que dispone de muchos modos multijugador a elegir en función al tipo de partida que desee jugar.

En este caso de estudio en particular se van a considerar sólo las partidas Capture The Flag, puesto que representan de manera fiel un modo multijugador que requiere de colaboración por parte de los jugadores y espíritu grupal para conseguir la victoria.

En este tipo de partidas los equipos puntúan cuando capturan la bandera enemiga y los asesinatos de cada jugador pasan a un segundo plano. En este modo de juego es necesaria la cooperación de todos los jugadores para capturar la bandera enemiga y la presencia de jugadores de corte defensivo para defender la bandera propia. El equilibrio entre el aspecto ofensivo y defensivo, en este tipo de partidas, se convierte en vital para conseguir la victoria.

4.1.2. Datos de partidas disponibles

Epic, la empresa desarrolladora del juego, ha creado una página web (<http://ut2004stats.epicgames.com>) donde guarda un registro de todas las partidas que tienen lugar a través de Internet de su juego. En ella se almacenan los datos de 25 millones de partidas y más de 2,6 millones de jugadores. Este website es de libre acceso y pone a la disposición de cualquier usuario las estadísticas de jugadores y partidas.

Esta libre disponibilidad de los datos y la enorme cantidad de información de partidas con que se cuenta lo hacen ideal para realizar estudios puesto que se cubren situaciones y experiencias de juego de todo tipo.

Los datos se han extraído de la web de Epic y se han organizado en una serie de tablas que contienen los resultados y puntuaciones de partidas. Las puntuaciones se guardan tanto a nivel grupal (puntuaciones de equipo) como a nivel individual (eventos especiales de un jugador, muertes, etc). Los datos que contienen estas tablas son los siguientes:

- **Kills:** Número de asesinatos hechos por el jugador.
- **Deaths:** Número de veces que el jugador ha sido matado a manos de un enemigo.
- **Suicides:** Número de veces que el jugador se ha suicidado.
- **Eventos de kills:** Existen distintos tipos de este estilo que referencia al número de muertes producidas por el jugador en un intervalo de tiempo. Por ejemplo un tipo denominado Multi-kill significa que mata a dos enemigos en menos de un cierto intervalo de tiempo. Los eventos van evolucionando a partir del número de enemigos matados, pero entre cada muerte no puede pasar más tiempo del intervalo definido, en el juego está establecido en 3 segundos.
- **Sprees:** Sirven para indicar el número de muertes hechas por el jugador sin que haya sido asesinado. A diferencia del caso anterior el tiempo no es relevante, solo importa que no maten al jugador. Estos eventos empiezan a contabilizar a partir de 5 muertes y los siguientes niveles también se contabilizan incrementando en 5, es decir, se añade un evento de este estilo por haber hecho 5 muertes, 10 muertes, 15 muertes...
- **Tipos de armas:** Únicamente denotan el tipo de armamento usado por cada rol, sin entrar en los tipos de armas que existen en el juego UT2004. Para cada arma contamos con los asesinatos y las asistencias, además de muertes, eficiencia y suicidios.
- **Failed Translocations:** Este es un tipo de estadística particular que sirve para denotar cuando se ha producido un fallo en el tele-transporte del jugador por lo cual ha resultado muerto.

- **Labores de objetivo:** Son todas aquellas estadísticas relacionadas con el objetivo a perseguir en el juego, para este caso particular, los relacionados con la bandera:
- **Flag Captures (banderas capturadas):** número de veces que el jugador ha capturado la bandera del equipo contrario y la ha conseguido llevar hasta la base de su equipo.
- **Flag Kills (asesinatos al portador):** número de veces que el jugador ha matado a un oponente que llevaba la bandera del equipo.
- **Flag Assists (asistencias de bandera):** número de veces que se muere llevando la bandera pero que acto seguido es recogida por algún compañero y llevada hasta la base. Se cuenta como una asistencia ya que se ha llevado la bandera una parte del trayecto.
- **Flag Saves (banderas salvadas):** número de veces que el jugador salva la bandera de su equipo al no encontrarse ésta dentro de la base. Esto se produce cuando algún jugador del equipo rival ha cogido la bandera y por el motivo que sea se le ha caído por lo que si un jugador del equipo de la bandera la recoge vuelve a la base automáticamente.
- **Flag Pickups (banderas recogidas):** número de veces que se recoge la bandera del equipo rival después de que se le haya caído a algún compañero.
- **Flag Drops (banderas perdidas):** número de veces que el jugador pierde la bandera del equipo rival, bien porque le matan o porque se suicida.

Estos datos se emplearán para evaluar el comportamiento de los jugadores en las partidas y reflejarlo en sus puntuaciones de roles. En el enfoque de niveles de habilidad, se tratará de medir el rendimiento de los usuarios en estas partidas en base a estos datos, en comparación con el de otros jugadores.

Para ello se accederá directamente a estas tablas para utilizar los datos, proceso que se describirá en la sección siguiente.

4.2. Desarrollo del caso de estudio

En esta sección se va a analizar cómo hemos llevado a cabo nuestro sistema de matchmaking. Se describirán cada una de las etapas del proceso así como los problemas e inconvenientes que vayan surgiendo en cada una de las fases.

Para ello se va a estudiar el proceso de extracción de los datos de partidas, para posteriormente describir cómo se lleva a cabo el modelado de roles. Una vez se cuenta con los roles, es necesario tener una serie de plantillas de equipos que nos proporcionen una estructura guía para formar los equipos. Estas plantillas de equipos indicarán los roles con los que se pueden formar los equipos para que sean completos y serán diseñadas por un experto en UT2004.

Gracias a estas plantillas se contará con distintas configuraciones de roles en función del número de jugadores que se deseen por equipo.

4.2.1. Extracción de los datos

Con el fin de disponer libremente de los datos es necesario un medio para extraerlos de la propia web de Epic y organizarlos de forma correcta.

Para ello se ha llevado a cabo un proceso de crawling mediante el cual se ha extraído todo el texto de la web y se ha filtrado todo el contenido irrelevante dejando únicamente los datos relativos a partidas.

Estos datos se han organizado en una serie de tablas que se emplearán en el proceso para consultar puntuaciones y datos que se emplean en la recomendación. Una vez tenemos las tablas se accede a ellas desde el propio sistema de matchmaking para realizar los cálculos pertinentes.

4.2.2. Modelado de roles

En esta sección se describirá el proceso de modelado de roles. Para ello se ha contado con un experto en el campo de los videojuegos que ha determinado los roles que, para este videojuego en particular, pueden reflejar los perfiles posibles para los usuarios del Unreal Tournament 2004. En secciones posteriores analizaremos varios aspectos importantes que deben ser tenidos en cuenta en este proceso.

Los estilos de juego de los jugadores pueden ser muy variados. Hay personas que disfrutan de un videojuego jugando despacio y de forma calmada y otros se lanzan a la acción

buscando la emoción del juego agresivo. Es necesario reflejar todas estas posibilidades en los roles que se diseñen.

En el UT2004, y concretamente en las partidas Capture The Flag (CTF), los jugadores suelen jugar de forma ofensiva o defensiva, en mayor o menor medida.

Debe tenerse en cuenta que, a pesar de las inclinaciones de un jugador hacia uno de los roles en particular, es necesario también puntuar de alguna forma su comportamiento en otros estilos de juego aparte de su estilo habitual, puesto que a medida que se vayan jugando partidas su comportamiento en el juego también puede ir variando, y esto debe ser actualizado de forma correcta en sus puntuaciones.

Cada jugador cuenta con una puntuación en cada uno de los roles. Esta puntuación se actualiza tras cada partida y trata de reflejar en qué medida el jugador se ajusta a ese perfil de juego. Inicialmente se establece el nivel inicial en cada rol para los jugadores en 1500, y su valor se irá modificando en función a su juego.

Como ya se comenta en la introducción teórica del proceso, a pesar de contar con una puntuación para cada rol, el valor mayor en estas puntuaciones representa el rol mayoritario y representativo para el jugador a la hora de organizar partidas CTF.

En la implementación que se ha llevado a cabo se han tenido en cuenta cuatro roles principales para los jugadores, considerando partidas CTF:

- **Ofensivo:** Jugador que se dedica a labores de ataque en el juego. Suele morir bastantes veces pero también consigue bastantes muertes. Este tipo de jugadores emplea armas de corto y medio alcance. En un juego de captura la bandera, suele acumular bastantes capturas de la bandera.
- **Defensivo:** Jugador que se dedica a labores de defensa en el juego. Suele morir pocas veces y no consigue demasiadas muertes. Suelen usar armas a media o larga distancia. En un juego CTF suele conseguir bastante puntuación en banderas salvadas
- **Apoyo:** Este tipo de jugadores se dedican más a labores defensivas sin llegar a un rol defensivo puro. Este tipo de jugadores emplea un amplio repertorio de armas sin centrarse en ningún tipo en particular. En una partida CTF suele conseguir bastante puntuación en banderas salvadas y banderas protegidas.

- **Francotirador:** Este tipo de jugadores se dedican más a labores ofensivas sin llegar al perfil de un jugador ofensivo. Suelen usar rifles de larga distancia y consiguen bastantes disparos a la cabeza, sin morir demasiadas veces puesto que suelen llevar un estilo de juego estático, en el que esperan objetivos desde un lugar seguro. En un juego CTF suele conseguir bastantes banderas salvadas como consecuencia de sus disparos.

Los pesos relativos a cada rol se modelan en función a los datos disponibles y son una serie de puntuaciones que suman o restan puntos en función a si reflejan comportamientos que aportan al rol en cuestión.

En las siguientes subsecciones se exponen los comportamientos que suelen tomar los jugadores en función a los datos de partidas así como los pesos que el experto ha determinado para cada uno de estos perfiles.

Para la actualización de los valores se aplica la fórmula que se ha descrito en el marco teórico, que tiene en cuenta la puntuación previa de los roles y lo acontecido en la partida:

$$PRi' = PRi \sum_{j=1}^m w_j * e_j$$

En todos los roles se aplica la misma fórmula, lo que varía entre ellos es la asignación de pesos y las puntuaciones que influyen. En las siguientes secciones se enuncian cada uno de los roles y su asignación de pesos asociada.

Ofensivo

- Participa en labores ofensivas de objetivos (Flag Captures, Flag Assists, Flag Pickups y Flag Drops).
- La tasa de Kills/Deaths suele tener una media de 1,5.
- Utiliza armas de asalto y ligeras.*
- Tiros a la cabeza pocos o ninguno. Por debajo de 2 como mucho.
- Suele producir la primera muerte de la partida.
- Eventos de kills, cuanto más tenga más se refuerza este tipo de rol. (Normalmente de los de pocas muertes 2-3).

- Pocos sprees, y si los hay de los mínimos existentes, es decir, de los de 5 muertes.
- Tasa media de suicidios, valores en torno a 2-3.

Esto se traduce en la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned}
 \text{Rol ofensivo} = & \frac{\text{Capturas bandera}}{\text{Capturas bandera totales}} * 0,5 + \frac{\text{Asistencias bandera}}{\text{Asistencias bandera totales}} \\
 & * 0,25 + \frac{\text{Recogidas bandera}}{\text{Recogidas bandera totales}} * 0,25 + \frac{\text{Asesinatos}}{\text{Muertes}} - \text{Suicidios} \\
 & * 0,05
 \end{aligned}$$

Defensivo

- Participa en labores defensivas de objetivos (Flag Kills y Flag Saves).
- La tasa de Kills/Deaths está en torno a un valor de 1.
- Utiliza armas pesadas.
- Los tiros a la cabeza son muy pocos, con una media por debajo de 1.
- Primera muerte prácticamente nunca.
- Eventos de kills muy pocos y si existe alguno con valores de muertes bajos.
- Eventos de sprees también muy pocos y si tiene alguno de la menor tasa de muertos, es decir, de 5.
- Tasa de suicidios alta, valores por encima de 3.

Esto se traduce en la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned}
 \text{Rol defensivo} \\
 = & \frac{\text{Asesinatos portador}}{\text{Asesinatos portador totales}} * 0,5 + \frac{\text{Banderas salvadas}}{\text{Banderas salvadas totales}} * 0,5 \\
 & + \frac{\text{Asesinatos}}{\text{Muertes}} - \text{Suicidios} * 0,05
 \end{aligned}$$

Apoyo

- Participa en labores ofensivas de objetivos en menor medida que el rol agresivo (Flag Captures, Flag Pickups y Flag Drops).
- La tasa de Kills/Deaths está por debajo que el rol anterior, en torno a una media de 1,25.
- Utiliza armas de asalto y pesadas.*
- Prácticamente ningún tiro a la cabeza. Su media estará por debajo de 1.
- Al igual que el rol agresivo, los eventos de kills le refuerzan pero también con valores bajos de muertes.
- Menos sprees que el rol agresivo, prácticamente ninguno.
- Tasa media de suicidios, valores en torno 2-3.

Esto se traduce en la siguiente fórmula:

$$\text{Rol apoyo} = \frac{\text{Asistencias bandera}}{\text{Asistencias bandera totales}} * 0,5 + \frac{\text{Recogidas bandera}}{\text{Recogidas bandera totales}} * 0,5 + \frac{\text{Asesinatos}}{\text{Muertes}} - \text{Suicidios} * 0,05$$

Francotirador

- Participa en labores defensivas de objetivos (Flag kills bastante alto y en menor medida Flag Saves).
- La tasa de Kills/Deaths es bastante alta, por encima de 2.
- Armas de largo alcance con mira telescópica.*
- Tiros a la cabeza bastantes, falta definir un valor medio adecuado.
- Primera muerte prácticamente nunca.
- Eventos de kills depende de diversos factores de la partida a la hora de definir para este jugador, como son el número de jugadores del equipo rival, el tipo de mapa... En unos valores adecuados suele tener algunos de estos eventos.
- Sprees con valores altos.
- Suicidios pocos y en la mayor parte ninguno. Una media por debajo de 1.

Esto se traduce en la siguiente fórmula:

$$\text{Rol franc.} = \frac{\text{Asesinatos portador}}{\text{Asesinatos portador totales}} * 0,8 - \frac{\text{Banderas salvadas}}{\text{Banderas salvadas totales}} * 0,2 \\ + \frac{\text{eficiencia con rifle}}{100} + \frac{\text{Asesinatos}}{\text{Muertes}} - \text{Suicidios} * 0,05$$

Los valores en las tasas son establecidos de un primer sondeo, a medida que se vayan realizando las pruebas se irán redefiniendo y puliendo los pesos, e incluso pueden agregarse estadísticas nuevas a tener en cuenta si se desea refinar el proceso.

Una vez contamos con las fórmulas para el cálculo de los roles, debemos procesar todos los datos de partidas de los que disponemos.

Para cada partida, buscaremos la información que tiene el sistema de cada uno de los jugadores y calcularemos las nuevas puntuaciones en cada uno de sus roles empleando las fórmulas para el cálculo de los roles.

Adicionalmente y para su uso posterior guardaremos otra serie de datos de los usuarios que pueden resultar interesantes para el jugador como las muertes totales, asesinatos totales, número de partidas jugadas, su nombre en el juego...así como los valores de asesinatos por hora y tiempo de vida medio que emplearemos más tarde en el proceso de validación.

Tras procesar todas las partidas los jugadores quedarán clasificados y puntuados cada uno con su rol primario y sus puntuaciones asociadas a cada uno de los otros roles y dispondremos del perfil completo de cada jugador para su uso en el proceso de matchmaking.

Para continuar el proceso es necesario contar con algún medio para determinar cuáles pueden ser las mejores partidas para un determinado jugador una vez se cuenta con su perfil, lo cual se ha llevado a cabo siguiendo las ideas de las partidas prototípicas que se describen en la siguiente sección.

4.2.3. Partidas prototípicas

Como ya se ha comentado en el marco teórico, para la organización de partidas es necesario contar con una serie de tipos de partida y sus plantillas de equipos asociadas que se

consideren óptimas desde el punto de vista de experiencia de juego. Estas plantillas describen los roles que conforman un equipo competitivo en función del número de jugadores por equipo.

Para el caso de estudio nos hemos centrado exclusivamente en conseguir partidas equilibradas, y son las únicas que se han modelado. Si se desean partidas equilibradas, los equipos deben ser lo más completos posibles en cuanto a los roles que incluyen.

Adicionalmente, para conseguir un equilibrio entre los roles es necesario que los dos equipos tengan una configuración de perfiles similar. Para equipos de pocos jugadores se pueden establecer configuraciones que describan posibles plantillas de roles que funcionan bien juntos pero si los equipos contienen muchos jugadores establecer estas configuraciones se vuelve más complicado debido a la cantidad de combinaciones posibles.

Para conseguir una estructura general que describa como organizar los equipos se ha optado por asignar a cada rol un valor que caracterice su nivel ofensivo:

- Rol ofensivo: +2
- Rol de francotirador: +1
- Rol de apoyo: -1
- Rol defensivo: -2

A la hora de formar el equipo, es necesario hacer que la suma total de los roles que conforman el grupo sea de cero en la medida de lo posible.

Una vez tenemos este patrón para construir equipos podemos emplearlas en el proceso de organización de partidas durante la recomendación. En secciones posteriores se describirá cómo se lleva a cabo esta recomendación.

4.3. Evaluación y recomendación de partidas disponibles

Una vez contamos con el perfil del jugador con sus roles y puntuaciones asociadas podemos empezar a analizar cómo se selecciona la partida a recomendar de entre todas las del lobby.

Las partidas disponibles para ser jugadas tienen una serie de huecos que el sistema debe rellenar. El sistema dispone de los datos de los jugadores que actualmente se encuentran en la

partida así que su función es inferir en función a la estructura descrita en la sección previa qué perfiles de juego necesita la partida para completar los equipos.

De entre todas las partidas disponibles se elegirá la que más equilibrada resulte (más cercana a 0 con la inclusión del jugador) teniendo en cuenta el nivel ofensivo que aporte el jugador (-2,-1,+1 o+2). De este modo se analizará el equilibrio entre niveles ofensivos de equipos que describimos en el apartado 4.2.4 y se rellenarán los huecos restantes de la misma manera.

En cada partida se tendrá en cuenta no sólo el rol principal de cada jugador sino la puntuación de éste. De un modo similar a un enfoque basado en habilidad, se sumarán las puntuaciones en cada rol de los equipos y se tratarán de rellenar los huecos para que el nivel de juego de cada equipo esté equilibrado.

Al tener en cuenta estos aspectos no sólo organizamos partidas en función a los roles que las conforman sino que también equilibramos el nivel de juego de los equipos y de los jugadores para mejorar la experiencia de las partidas.

De entre todas las partidas disponibles se seleccionará aquella en la que el rol principal del jugador encaje según el criterio ya descrito y que cuente con el mayor equilibrio entre los niveles de puntuación de sus equipos una vez se introduzca el jugador. Para ello se compararán las sumas de las puntuaciones del rol principal de los jugadores de cada equipo tratando de minimizar la diferencia entre ellas.

Capítulo 5 - Evaluación del sistema

5.1. Objetivos

El objetivo principal en esta primera aproximación al sistema de matchmaking basado en roles es la propuesta de un sistema alternativo válido y eficaz para el proceso de recomendación y organización de partidas multijugador que aporte ventajas frente a los sistemas existentes y en uso en la actualidad.

Para determinar la validez de este sistema se va a realizar el proceso de validación que se describe en el marco teórico aplicado a UT2004. Adicionalmente se ha implementado el sistema basado en niveles de habilidad para poder comparar los resultados de las recomendaciones de ambos sistemas.

Contando con el sistema desarrollado en el caso de estudio y con dicha implementación y su uso sobre un mismo conjunto de datos tenemos todo lo necesario para realizar comparaciones entre ambos sistemas y determinar si nuestra propuesta es o no válida.

5.2. Proceso de validación

Para la comparación con sistemas ya existentes se va a emplear una implementación basada en niveles de habilidad que se ha desarrollado de forma paralela a la implementación basada en roles con objeto de la evaluación posterior.

Para ello una vez clasificados los jugadores y puntuados según cada enfoque del conjunto de entrenamiento se va a estudiar la recomendación de partidas que se produciría en cada caso.

Una vez contamos con los resultados del proceso de recomendación, podemos evaluar las partidas y determinar cuál de ellas puede proporcionar una experiencia mejor y más completa de juego.

En las siguientes subsecciones se analizan detalladamente las fases que se deben llevar a cabo para el proceso de validación del sistema.

5.2.1. Elección del conjunto de los datos

Para conseguir buenos resultados en el proceso de validación es necesario contar con un buen conjunto de datos de partidas sobre el que trabajar.

Con este fin es necesario realizar un filtrado inicial que deje fuera las partidas que consideremos irrelevantes. Partidas irrelevantes pueden ser partidas con pocos jugadores, que no duran lo suficiente... este tipo de partidas podemos filtrarlas desde las propias tablas en las que almacenamos los datos usando los propios atributos como medida de selección.

Adicionalmente a este filtrado y con el fin de conseguir los mejores resultados posibles vamos a evaluar el conjunto de partidas restante para quedarnos únicamente con las mejores. Este proceso es necesario porque, debido al tamaño de los datos, es imposible procesar todos los datos de todas las partidas y, a pesar del filtrado inicial, todavía contamos con demasiadas partidas sobre las que trabajar y es necesario realizar algún tipo de selección para quedarnos sólo con un conjunto más reducido y de mayor calidad.

Para llevar a cabo este proceso se propone un método de evaluación de partidas empleando una fórmula que se enuncia en la subsección siguiente. Gracias a esta fórmula contaremos con un criterio numérico para determinar la calidad de una partida y el proceso de selección se limitará únicamente a descartar las partidas con peor puntuación numérica.

Se ha elegido de esta forma una selección de 100 partidas en las que participaron 832 jugadores mediante las cuales se van a crear los perfiles de 350 jugadores diferentes. Estas partidas se han elegido filtrando directamente sobre las tablas para asegurarse de que cuentan con un número mínimo de jugadores.

5.2.1.1. Evaluación de partidas

En esta sección vamos a analizar nuestro concepto de una partida divertida desde el punto de vista del jugador. En este aspecto entrarían muchos factores, pero como únicamente podemos consultar los datos estadísticos de que se dispone en la base de datos de Epic, debemos ceñirnos en nuestra definición a evaluaciones relativas a estos datos. Quizás esta primera aproximación no sea muy eficiente, pero si se experimenta con estos conceptos seguro que se refinarán los resultados.

Para el cálculo de una medida de evaluación de partidas podemos usar una fórmula que calcule una nota para cada partida en función de varios parámetros que deben ser tenidos en cuenta y valorados para determinar lo buena que es una partida. Para ello hay que elegir y analizar cuáles pueden ser estos parámetros y que pueden reflejar cada uno de ellos.

Para ello voy a tratar de evaluar partidas desde el aspecto individual y desde el grupal analizando cuáles pueden ser estos parámetros y cómo pueden ser reflejados en forma numérica.

Relativo al jugador

En esta sección se va a tratar de modelar lo que puede ser una partida entretenida desde el punto de vista de un sólo jugador.

Parece lógico que el jugador se divierte cuando se trata de una partida equilibrada, con jugadores de su nivel y con suficiente acción como para no aburrirse.

Esta idea se puede traducir en estadísticas en que los kills y muertes de todos los jugadores estén más o menos repartidos entre todos los participantes de la partida. Si una persona tiene una puntuación muy alta en el apartado de kills significa que su nivel de habilidad puede ser demasiado superior al de sus compañeros de partida, y por el contrario, jugadores con un número de muertes demasiado elevado significa que no están al nivel general de la partida y no son competitivos. Para tener en cuenta esta idea se pueden sumar las diferencias entre los asesinatos y las diferencias entre las muertes de los jugadores y usar este número como referencia, cuanto más alto sea, más diferencias habrá habido en la partida y peor será la experiencia.

Otra estadística que puede resultar muy útil para analizar el entretenimiento de un jugador es la variable "TTL AVG", tiempo de vida medio del jugador. A todos los jugadores les gusta estar vivos el mayor tiempo posible y si estos valores son suficientemente altos (sin llegar a valores extremos) seguro que la partida proporciona una experiencia satisfactoria.

En resumen, se puede calcular un índice por un lado que indique las diferencias entre los asesinatos de los jugadores, otro que indique las muertes y el tiempo de vida medio y valorar estos parámetros mediante pesos.

Esto se traduce en la siguiente fórmula, dada una partida P:

$$evalI(P) = \frac{\sum avgTTL(j_i)}{num.jugadores} + \frac{1}{\sum dif.asesinatos + \sum dif.muertes}$$

Que tiene en cuenta la media de la puntuación avgTTL de todos los jugadores de la partida y las distancias entre muertes y asesinatos como medida de evaluación de la partida desde el punto de vista individual.

Relativo a la partida

En esta sección voy a tratar de evaluar una partida usando estadísticas a nivel de partida en vez de individuales.

Para empezar, las partidas interesantes suelen tener una cierta duración mínima. Si la partida no dura lo suficiente puede ocurrir que los jugadores se aburran por no conseguir una cierta evolución en la partida.

Debe tenerse en cuenta además que el número de jugadores también influye positivamente en la experiencia de juego, en partidas en equipo siempre serán mejores cuantos más jugadores haya, sin sobrepasar el límite del mapa en cuestión, y por el contrario partidas con pocos jugadores suelen significar mapas vacíos y falta de acción.

También puede resultar interesante que en partidas Captura La Bandera haya eventos de bandera de todo tipo, puesto que esto puede resultar muy positivo para aportar variedad de situaciones a la partida y por tanto que resulte entretenida.

Otro aspecto que ha de tenerse en cuenta es el equilibrio entre equipos, como en la evaluación individual, los equipos deben estar más o menos igualados en puntuación porque si la diferencia es demasiado grande significa que un equipo es mucho mejor que sus oponentes, produciendo partidas no suficientemente equilibradas.

Esto se traduce en la siguiente fórmula, dada una partida P:

$$\text{evalG}(P) = \text{eventos de equipo totales} + \text{duración partida} + \text{num. jugadores} + \frac{1}{\text{puntuación equipo1} - \text{puntuación equipo2}}$$

Que tiene en cuenta los eventos de bandera y de equipo, así como la duración de partida, número de jugadores y las diferencias entre puntuaciones de ambos equipos para la evaluación desde el punto de vista grupal de la partida.

5.2.2. Implementación basada en niveles de habilidad

Para comparar el sistema de puntuación basado en niveles de habilidad con la implementación basada en roles se va a llevar a cabo una implementación de ELO adaptada a Unreal Tournament 2004. Para ello se va a realizar una adaptación sencilla usando las estadísticas existentes. Se va a emplear ELO desde una perspectiva más grupal que individual donde la ganancia de puntos es la misma para todos los jugadores del equipo y se tienen en cuenta más los equipos que los jugadores a título individual. Como ya se comentó anteriormente, el sistema ELO se basa en el uso de la fórmula siguiente, que se calculará para cada uno de los jugadores de ambos equipos:

$$R_{\text{post}} = R_{\text{prev}} + k * (S - E)$$

Ahora analizaremos los parámetros que entran en juego en esta fórmula:

R_{prev} : Representa el índice de habilidad del jugador previo a su participación en la partida. Se obtiene de los datos que tiene almacenados el sistema de partidas previas. Para jugadores que nunca han participado en ninguna partida toma un valor inicial de 1500.

R_{post} : Representa el valor que toma el índice de la habilidad de un jugador posterior a su participación en la partida.

S (Resultado de la partida): Este valor se calcula dividiendo las capturas de bandera de ambos equipos. El valor resultante toma valores de 0 a 1 y representa el resultado general de la partida. Si un equipo gana los jugadores que forman parte de dicho equipo obtendrán un valor de S que irá de 0,5 a 1 en función de si ha sido grande la diferencia entre puntuaciones o ha sido una victoria ajustada. Por otro lado si el equipo pierde este valor tomará valores inferiores a 0,5 en función también de lo abultada que haya sido la derrota. Este valor es igual para todos los jugadores de un mismo equipo.

$$S = \frac{\text{banderas capturadas}(\text{equipo1})}{\text{banderas capturadas}(\text{equipo2})}$$

$$S \in [0,1]$$

Si $S < 0,5$ entonces el jugador pierde y si es mayor gana. Si $S=0,5$ se ha producido un empate entre ambos equipos.

E (Resultado esperado de la partida): Este parámetro se obtiene dividiendo la suma de los niveles de habilidad de todos los jugadores de cada equipo. El parámetro E representa la predicción que hace el sistema del resultado que debería tener lugar en la partida en función a los niveles de habilidad de los jugadores. Al igual que el parámetro S, toma valores de 0 a 1 en función del resultado que predice el sistema y es igual para todos los jugadores de un mismo equipo. Fórmula que calcula E, dados n jugadores en el equipo 1 y m jugadores en el equipo 2:

$$E = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} \text{habilidad}(J_i)}{\sum_{j=0}^{m-1} \text{habilidad}(J_j)}$$

k (factor de atenuación) : Este factor se usa para atenuar o hacer más grande la ganancia o pérdida de puntos como medio para refinar el sistema. En la implementación inicial es simplemente una constante, pero para futuras pruebas se pueden introducir gracias a ella variables que dependan del jugador como el rating kills/deaths de un jugador, logrando de esta manera que cada jugador gane o pierda puntuación también dependiendo de su actuación personal y no sólo desde el punto de vista grupal. Gracias a esto puede conseguirse una mayor precisión en la ganancia/pérdida de puntos y que sea más equilibrada.

El uso de todos estos parámetros debe ser refinado con pruebas y experimentación hasta lograr un sistema con ganancias o pérdidas razonables y que funcione de la forma deseada.

5.2.3. Cálculo de niveles de habilidad y roles

Una vez contamos con las implementaciones de los niveles de habilidad y los roles sólo resta introducir jugadores y partidas al sistema hasta tener una buena base para entrenar al sistema.

Para ello se ha diseñado una pequeña aplicación que integra todo el proceso. Esta aplicación recibe como entrada una tabla que contiene las partidas seleccionadas y se encarga de

procesar y almacenar estos datos. Según se introducen más partidas se va actualizando los valores relativos a roles y niveles de habilidad de jugadores ya presentes en la base de datos gracias a las implementaciones descritas anteriormente.

Esta aplicación, una vez procesadas las partidas deseadas, se encarga de clasificar y puntuar a los jugadores que han estado presentes en dichas partidas en los enfoques de roles y niveles de habilidad respectivamente. Una vez clasificados y puntuados, se procede a la fase de recomendación y validación del sistema que se describirá en secciones posteriores.

5.3. Recomendación de partidas

En este apartado se va a analizar como se lleva a cabo el proceso de recomendación, una vez se cuenta con toda la información necesaria de los perfiles de los jugadores.

5.3.1. Recomendación de partidas

Según el tipo de matchmaking que se realice, hay que tener unas consideraciones u otras a la hora de la recomendación de partidas a un jugador.

5.3.1.1. Niveles de habilidad

Para la organización de partidas en el enfoque basado en habilidad es necesario tener en cuenta que se busca crear partidas equilibradas tanto a nivel de equipo como a nivel de jugador. Esto significa que la suma de las puntuaciones de habilidad de los equipos debe ser razonablemente similar y que los niveles de puntuación de los jugadores deben estar todos en un cierto rango para evitar desequilibrios entre su nivel de juego.

Para conseguir esto, se establecerán rangos de habilidad. De este modo, los jugadores con 1520 de puntuación, por poner un ejemplo numérico, jugarán sólo con jugadores del rango 1500-1600. Esto supone un conjunto suficientemente grande de jugadores para una comunidad grande, y suficiente laxitud en cuanto a nivel de habilidad como para que las partidas supongan una buena experiencia para un buen número de jugadores activos en el sistema.

Para encontrar el jugador adecuado es suficiente con recorrer el conjunto de jugadores buscando un resultado que cuente con el nivel de habilidad más cercano posible dentro del rango pertinente.

5.3.1.2. Roles

En este método de puntuación la organización de partidas se basa, como ya se ha descrito anteriormente, en el empleo de las plantillas de equipos. Usando los roles que conforman cada equipo en función al número de jugadores que deseemos en la partida, sólo necesitamos consultar el rol mayoritario del jugador a recomendar e introducirle en una partida en el que se necesite ese rol en particular.

Cabe destacar que también es importante, como en el enfoque basado en niveles de habilidad, que las puntuaciones mayoritarias para cada jugador sean similares, de este modo conseguiremos también reflejar, aparte del rol mayoritario, el nivel de juego que este jugador cuenta en esta función que desempeña en el equipo.

Para buscar la partida mejor a recomendar al jugador es necesario consultar su rol principal y la puntuación de éste. Hecho esto, es necesario buscar partidas de entre las disponibles a recomendar que, según el sistema de organización descrito en el marco teórico, necesiten el rol primario de este jugador y que tengan jugadores de puntuaciones similares en sus roles respectivos.

De este modo conseguiremos organizar partidas completas a nivel de roles y equilibradas a nivel de juego de los participantes en ellas.

Para conseguir el jugador deseado realizamos un proceso similar al de niveles de habilidad en busca del jugador que más se aproxime a la puntuación que equilibra los equipos, y que además cuente con esa puntuación en el rol principal que ése equipo necesita en función a su nivel ofensivo.

Una vez finalizado el proceso de clasificación y puntuación del conjunto de los datos, así como la recomendación de partidas para un jugador determinado, sólo resta evaluar el sistema resultante, lo cual se llevará a cabo en la sección siguiente.

5.3.2. Algoritmo de validación basado en Leave-one-out

Para la realización del algoritmo de validación descrito en el marco teórico se van a emplear los datos de 100 partidas como base para la elaboración de los perfiles de los jugadores, que resultan en 350 jugadores con sus roles y niveles de habilidad asociados.

El conjunto de partidas sobre el que se aplicará nuestra adaptación del algoritmo Leave-one-out será un subconjunto reducido de la base de partidas de otras 50 partidas sobre las cuales se aplicará el algoritmo que llamaremos conjunto de entrenamiento.

Para llevar a cabo el algoritmo se procesan previamente los datos del conjunto base de partidas y se crean los perfiles de cada jugador para ambos enfoques de matchmaking, habilidad y roles. Una vez contamos con todas las puntuaciones necesarias de los jugadores, empezamos a recorrer todas las partidas del conjunto de entrenamiento realizando en cada una de ellas el proceso para cada uno de los jugadores.

Básicamente el proceso consiste en lo detallado en la sección 3.3.3. con algunas puntualizaciones :

Se selecciona el jugador y se extrae de su equipo correspondiente. Hecho esto se suman por separado los niveles de habilidad y la puntuación de todos los roles de los jugadores de cada equipo y se calcula la diferencia entre ellos. Con estas diferencias se recomienda el jugador que mejor se ajuste al nivel de habilidad y a la puntuación y rol principal para tratar de conseguir el mayor equilibrio posible entre ambos equipos.

Para realizar este proceso en el sistema basado en roles se obtienen los niveles ofensivos de cada equipo y gracias al valor que resulta de sumarlos sabemos el rol que debe tomar el jugador a introducir mediante este enfoque de matchmaking. En el enfoque basado en habilidad es suficiente con buscar un jugador que tenga un nivel de habilidad lo más parecido posible al necesario para equilibrar los equipos.

Cuando contamos con los dos jugadores que resultan de la recomendación basada en habilidad y en roles respectivamente los comparamos respecto del jugador que se extrajo y la diferencia entre ambas similitudes ellos será el error del sistema.

La medida de similitud que se va a emplear debe ser independiente de las puntuaciones relativas a roles y a niveles de habilidad y debe representar de alguna manera lo bueno que resulta el jugador. Con este fin se ha decidido emplear las puntuaciones avgFPH y avgTTL, que representan los asesinatos que comete un jugador cada hora y el tiempo que se consigue mantener vivo respectivamente, y ambas puntuaciones representan la media entre todas las partidas que han disputado. Estos dos valores nos permiten a la vez comparar lo eficaz que resulta tanto matando como sobreviviendo y es una buena medida para comparar jugadores. Para calcular la similitud se aplica la siguiente fórmula:

$$sim(J1, J2) = media\left(\frac{avgFPH(J1)}{avgFPH(J2)}, \frac{avgTTL(J1)}{avgTTL(J2)}\right)$$

En cada partida se van sumando los errores que resultan de cada jugador y a su vez se repite el proceso para todas las partidas del conjunto de entrenamiento. Una vez contamos con todas las mediciones podemos calcular el error medio mediante la fórmula que se introdujo en el marco teórico:

$$E = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N E_i.$$

Una vez contamos con el error de cada uno de los sistemas de matchmaking ya contamos con resultados para determinar si nuestro sistema proporciona recomendaciones similares. Los resultados que se han obtenido se describirán en la sección siguiente.

5.4. Resultados del estudio

En esta sección se van a presentar los resultados de la aplicación del algoritmo descrito en el apartador anterior y se van a analizar los resultados desde varios aspectos que se deben tomar en consideración en este tipo de sistemas.

5.4.1. Resultados del proceso de validación

Datos de partida

- Información de 100 partidas como conjunto de datos inicial con los perfiles de 350 jugadores que participan en ellas, 832 jugadores participantes en total. 8,3 jugadores de media en las partidas del conjunto de datos inicial.
- Información de 50 partidas de entrenamiento (subconjunto del conjunto de datos inicial) para el proceso de validación con 400 jugadores procesados en total. 8 jugadores de media en las partidas del conjunto de entrenamiento.

Distribución de los jugadores según su perfil basado en roles

- Jugadores con rol ofensivo: 300

- Jugadores con rol defensivo: 24
- Jugadores con rol francotirador: 1
- Jugadores con rol apoyo: 25

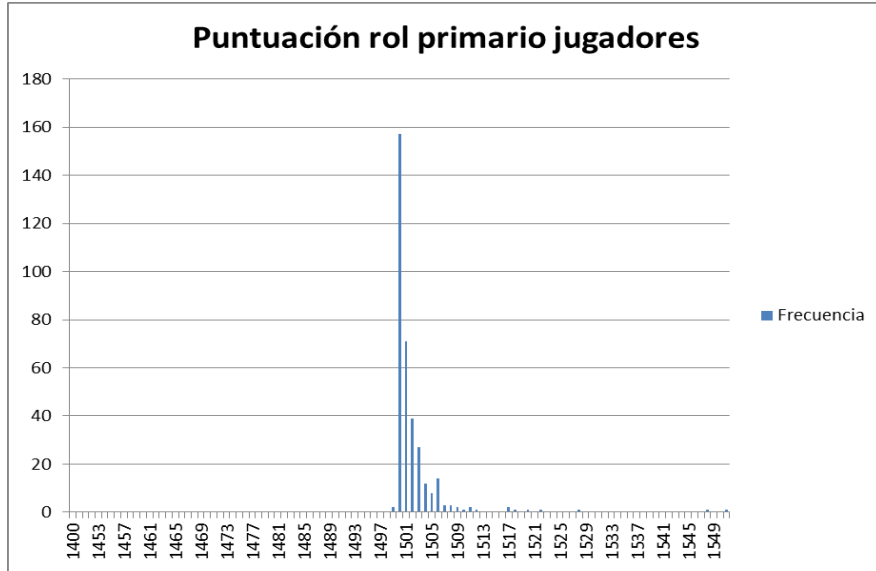


Figura 9: Distribución de los jugadores en función a la puntuación de su rol primario

Distribución de los jugadores según su perfil basado en habilidad

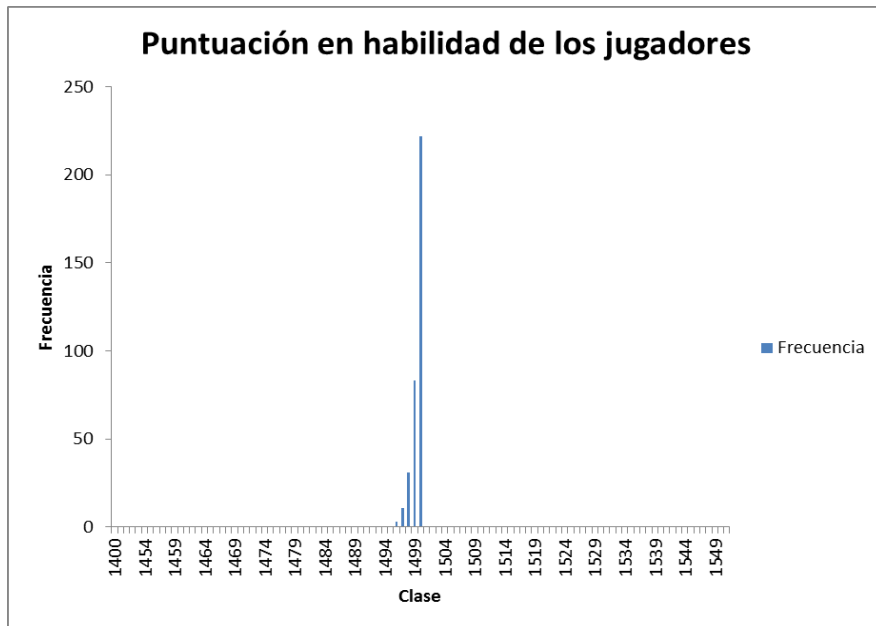


Figura 10: Distribución de los jugadores en función a su nivel de habilidad

Resultados proceso de validación

- 800 recomendaciones de jugadores en total, 400 de cada sistema.
- Error acumulado elo = 2443,3625
- Error acumulado roles = 2330,1973
- Valor medio error elo = 48,8672
- Valor medio error roles = 46,6039
- Diferencia de errores media entre sistemas = $48,8672 - 46,6039 = 2,2633$

Tiempo de ejecución del algoritmo

- Tiempo medio que tarda el sistema en recomendar un jugador para una partida según sistema basado en roles: 22 ms
- Tiempo medio que tarda el sistema en recomendar un jugador para una partida según sistema basado en habilidad: 23 ms
- Tiempo total de ejecución del algoritmo de validación: 10032ms(~10seg)

5.4.2. Discusión de resultados del proceso de validación

Distribución de jugadores

Como se puede observar, en ambos tipos de matchmaking la distribución de jugadores no ha sido uniforme. Esto se debe a que este tipo de sistemas requieren un número de partidas bastante grande para cada jugador para reflejar de forma correcta su habilidad/roles. La inclusión de más jugadores supondría aumentar la cantidad de partidas del conjunto inicial a un número demasiado grande para su proceso y el tiempo de cálculo se alargaría demasiado.

En el enfoque basado en habilidad, como podemos ver en la Figura 10 que la mayoría de puntuaciones de los jugadores del sistema se acercan mucho a su valor inicial (1500). Esto es correcto porque el sistema está pensado para “aprender” acerca de la manera de jugar del jugador y cada vez ir reflejando mejor su habilidad mediante la puntuación, lo cual requiere un número bastante grande de partidas para reflejar el valor asociado a habilidad adecuado para el jugador (y por ello es por lo que algunos juegos proponen una fase de clasificación previa de los jugadores).

Por otro lado, como se puede observar en los resultados, en el enfoque basado en roles la mayoría de los jugadores se clasifican como de carácter ofensivo. La razón de esta clasificación

es que se trata de la clasificación por defecto que realiza el sistema inicialmente y, igual que en el sistema basado en habilidad, el proceso requiere de muchas partidas para reflejar de forma correcta los distintos perfiles de juego y cómo se comporta en cada uno de los roles del juego el jugador.

Error obtenido en el proceso de validación

El error que se ha obtenido del algoritmo adaptado basado en leave-one-out es bastante bueno. Vemos que ambos sistemas de matchmaking cometen errores parecidos en el proceso de sustitución del jugador. El error de cada uno de los sistemas se puede pulir mediante refinamiento de los parámetros que se tienen en cuenta a la hora de la puntuación, pero el dato verdaderamente importante es que el sistema de matchmaking basado en roles que se propone en este estudio se acerca mucho a los resultados que ofrece el enfoque basado en habilidad.

Por otro lado es necesario tener en cuenta que la elección de la medida de similitud tiene un gran peso en estos resultados. Para este estudio hemos elegido una medida muy simple que a la vez refleja mucha información del jugador, pero las puntuaciones empleadas (avgFPH, avgTTL) varían mucho de unos jugadores a otros y deberían tenerse en cuenta más parámetros para calcular esta medida.

Velocidad del sistema

Gracias al sistema de matchaking basado en el peso ofensivo de cada equipo que se describe en la sección 4.2.4. se simplifica mucho el proceso de hallar el jugador correcto para un equipo, ya que lo único necesario es tratar de minimizar la diferencia entre los valores de ambos equipos para su equilibrio.

El uso de esta idea evita la explosión combinatoria que supondría tener que modelar las configuraciones de roles óptimas para equipos de cualquier número de jugadores y la necesidad de consultar estas configuraciones y elegir la correcta cada vez que se emplee el sistema de matchmaking, lo cual ahorra mucho tiempo de cálculo y sitúa la velocidad de cálculo al mismo nivel que el enfoque basado en habilidad.

En los resultados vemos que el sistema ha tardado 10 segundos aproximadamente en ofrecer 800 recomendaciones, 400 de cada uno de los sistemas, y que el tiempo medio que tarda el sistema en recomendar un jugador para una partida en concreto en el proceso de validación es

prácticamente el mismo aunque el enfoque basado en roles fue ligeramente superior debido a la mala distribución de los jugadores en los roles (casi 23ms en ambos casos).

La similitud en el tiempo de cálculo medio de las recomendaciones se basa en que usan el mismo algoritmo de búsqueda para recorrer la lista de jugadores. Sin embargo, si se almacenasen los jugadores de diferentes roles en estructuras de datos diferentes, una para cada rol, el acceso sería mucho más rápido puesto que no sería necesario nada más que recorrer los jugadores de un rol determinado para encontrar el jugador más cercano en puntuación y la versión basada en roles mejoraría mucho su velocidad de cálculo.

Es necesario resaltar que la velocidad que supone alcanzar la recomendación de un sistema de matchmaking es uno de los aspectos más importantes. Los jugadores desean jugar lo antes posible y un sistema de matchmaking mal ideado puede suponer largas colas para encontrar partida (lo cual es demasiado común en juegos actuales que usan estos sistemas) y por ende el abandono del juego por parte del jugador.

Capítulo 6 - 6. Conclusiones y líneas de trabajo futuro

6.1. Resumen del desarrollo del caso de estudio

En este estudio se ha llevado a cabo cada una de las fases que son necesarias para la creación de un sistema de matchmaking.

Inicialmente se introdujo el trasfondo de este tipo de sistemas, tanto en aplicaciones relacionadas con videojuegos como en otras aplicaciones que se usan sistemas similares. También se ha analizado un poco el funcionamiento de este tipo de recomendadores y se descrito métodos de cálculo que se vienen empleando desde hace tiempo para puntuar y emparejar jugadores en aplicaciones similares.

En el marco teórico se expuso en líneas generales las ideas a tener en cuenta en la creación de un sistema de matchmaking basado en roles y los aspectos e ideas en los que se fundamenta. También se propuso un proceso de trabajo y un método de validación general que es válido para cualquiera que desee llevar a cabo un sistema de estas características.

Una vez expuestas las ideas se introdujo el juego sobre el cual íbamos a aplicarlas, Unreal Tournament 2004, así como la implementación de los sistemas de puntuación, evaluación de partidas, modelado de perfiles...sobre los que se basa la recomendación basada en roles.

La propuesta que hacemos, para que resulte competitiva respecto de sistemas ya existentes, necesita de una validación que demuestre que es una alternativa real. Para ello se ha implementa un algoritmo de validación cruzada gracias a la cual hemos validado las recomendaciones que realiza nuestro sistema comparándolas con el estándar actual en sistemas de matchmaking en videojuegos: el basado en niveles de habilidad.

Los resultados de la comparación de ambos sistemas han sido satisfactorios. A pesar de la necesidad de refinar y experimentar con los diferentes parámetros e ideas sobre las que se basa el sistema hasta que realice su tarea de forma óptima ha arrojado resultados muy similares al sistema basado en habilidad, lo que invita a pensar que en aplicaciones de videojuegos que necesiten de juego en equipo, este tipo este enfoque, además de válido, puede resultar mejor incluso que el basado en habilidad puesto que se basa en los mismos conceptos pero ampliándolos para que el juego en equipo y el espíritu grupal tenga mayor importancia.

6.2. Conclusiones

A lo largo del desarrollo de este trabajo he observado lo realmente complicado que es llevar a cabo el desarrollo de estos sistemas, a pesar de que pueda parecer un proceso sencillo a primera vista.

Para conseguir una buena recomendación entran en juego muchos factores que deben ser cuidados en extremo con el fin de obtener resultados realmente buenos, como son los datos iniciales para el aprendizaje del sistema, el modelado de roles, evaluación de partidas...

Es necesario cuidar cada aspecto y experimentar con los parámetros que entran en juego en cada uno de ellos hasta refinarlos puesto que todos tienen igual importancia en el resultado final. También es necesario contar con los usuarios y no sólo la eficiencia. Por un lado es vital que el proceso de recomendación que realizan estos sistemas sea rápido y eficaz para que la experiencia de juego de los usuarios sea satisfactoria y atractiva. También, como contrapunto, hay que prever posibles abusos que pueden tratar de explotar los jugadores para su propio beneficio y subsanarlos en medida de lo posible.

A pesar de todos estos problemas que pueden surgir durante el desarrollo, la propuesta que se ha presentado en este estudio ha resultado buena e invita a pensar que puede suponer una revolución en los sistemas de matchmaking para juegos en equipo.

6.3. Líneas de trabajo futuro

En esta sección se describen una serie de líneas de trabajo mediante las cuales se podría ampliar y mejorar el sistema propuesto.

Aprendizaje del sistema empleando técnicas de clustering

En lugar de modelar los roles previamente y establecer una fórmula para su cálculo se podrían emplear técnicas de aprendizaje automático sobre un conjunto de datos de entrenamiento que representen jugadores y partidas prototipo que ya estén clasificados y puntuados en sus roles respectivos.

Si se cuenta con este conjunto de entrenamiento el sistema, gracias a técnicas de Machine Learning, se encarga de inferir el peso de cada puntuación influyente y es capaz de aprender a clasificar y puntuar de forma automática a los jugadores.

Este sistema de clasificación supondría una gran simplificación del modelado de roles, donde ya no tendría que participar un experto en el videojuego, y un sistema mucho más versátil y adaptable.

Refinamiento de los parámetros en fórmulas para conseguir mejores resultados

Para la correcta puntuación y clasificación de los jugadores es necesaria una gran cantidad de experimentación. En el caso de estudio nos hemos centrado en la definición de cada uno de los roles del experto, pero es tarea del diseñador adaptar estas fórmulas y refinarlas en función a las características del juego sobre el que se va a aplicar el sistema de matchmaking.

Por otro lado, también se podría refinar la implementación de niveles de habilidad que se realiza para el proceso de verificación añadiendo parámetros adicionales a la variable k que se emplea en la fórmula. Gracias a esta variable podemos añadir a la fórmula la actuación individual del jugador en la partida en el cálculo del nivel de habilidad, lo cual implicará mejores resultados en el proceso de validación.

Otras fórmulas que se podrían refinar y por tanto podrían significar un mejor funcionamiento del sistema son las que puntúan las partidas en la fase de evaluación.

Comparar mediante medidas de similitud con partidas que han tenido lugar de corte similar para puntuar las partidas del lobby.

En el caso de estudio con UT2004 el proceso de evaluación de partidas se realiza con el sistema de peso ofensivo de cada equipo. Si en lugar de realizarlo de esta manera se implementa combinando esta idea y lo que se describe en la sección 3.2.4. basado en CBR, se mejoraría mucho el sistema puesto que tendría en cuenta no sólo el peso ofensivo de un equipo sino lo buenas que resultaron partidas similares que ya han tenido lugar para el proceso de recomendación.

El sistema de roles no tiene en cuenta algunos aspectos importantes de las partidas

Hay una serie de aspectos que el sistema de emparejamiento basado en roles no tiene en cuenta y, de incluirse en el proceso de recomendación, supondría una mejora en las partidas que el sistema organice.

Algunos de estos aspectos, entre otros:

- El mapa en el que tendrá lugar la partida. El mapa puede tener una gran influencia en el modo de juego y en cómo se despliegan los jugadores
- Si es grande, mediano o pequeño.
- Si es campo abierto, o bien de combate cerrado.
- Si tiene posiciones altas y/o de amplia visión o no.

Cada uno de ellos puede marcar la diferencia en los roles que necesita una partida y deberían ser tenidos en cuenta a la hora de organizar las configuraciones de equipos.

Añadir parámetros adicionales a elección del jugador para el proceso de matchmaking

Se propone que el jugador pueda escoger determinados parámetros a la hora de seleccionar partidas para él como la nacionalidad de los participantes, la velocidad de conexión, el número de jugadores de la partida...

Si se brinda la posibilidad de elegir estos parámetros el sistema resultará algo más atractivo de cara a al jugador puesto que aumenta su participación en el proceso.

Aumentar los tipos de partidas prototípicas

Para la realización del caso de estudio sólo se ha modelado el perfil de partida equilibrada dentro de las partidas prototípicas de entre todos los posibles para estudiar la eficacia del sistema en este aspecto concreto del juego.

Se propone aumentar este conjunto añadiendo configuraciones de partidas para reflejar partidas de corte suicida, ofensivo, desequilibradas, contra jugadores peores...Si se ofrece un conjunto completo y variado de tipos de partida esto puede suponer un gran atractivo de cara a los jugadores, permitiéndoles escoger el tipo de partida que les apetece disputar en cada momento.

Caracterizar los roles en función del armamento que los jugadores emplean

En el modelado de roles que se ha llevado a cabo en UT2004 sólo se tiene en cuenta, de las puntuaciones relativas a empleo de armamento, en el rol francotirador la efectividad del jugador usando el rifle de larga distancia.

Es posible, sin embargo, añadir a cada uno de los roles un set de armamento que los caracterice y, usando los datos disponibles de muertes,efectividad... con cada arma, puntuar de

forma más precisa y correcta cada uno de los roles, haciéndolos más independientes unos de otros respecto de las puntuaciones que utilizan y aumentando significativamente la eficacia del sistema.

6.4. Problemas y limitaciones observados

Falta de precisión en los parámetros

Los parámetros que se consideran para modelar los roles y la evaluación de las partidas deben ser refinados mientras se van usando observando y valorando los resultados de las recomendaciones.

En esta primera aproximación al sistema basado en roles se ha implementado una versión muy sencilla tanto del enfoque basado en habilidad empleado en el proceso de validación como en la propia puntuación y clasificación de los jugadores en el enfoque basado en roles por una cuestión de simplicidad en el desarrollo. Para conseguir un sistema competitivo es necesaria mucha más experimentación y pruebas que permitan ir refinando los índices, los pesos, las ganancias o pérdidas de puntuación...

Este tipo de problemas no son propios de nuestra propuesta sino de todos los sistemas de matchmaking en videojuegos que se emplean en la actualidad, que necesitan de continuo feedback de los usuarios y de refinamiento de las técnicas empleadas en la recomendación

Limitaciones del sistema en función a los datos

El sistema de matchmaking se ve limitado en gran medida por los datos que puede recabar de partidas pasadas. En un entorno con datos muy limitados el sistema de matchmaking recomendará de forma muy pobre y siempre tendrá que ajustarse a las puntuaciones disponibles.

El medio ideal para conseguir un sistema de matchmaking óptimo sería poder simular el desarrollo de las partidas y obtener resultados instantáneos que nos permitan evaluar las recomendaciones para mejorar el aprendizaje del sistema.

Capacidad de cálculo

Para conseguir probar la validez de la recomendación de nuestro sistema lo ideal sería contar con los perfiles de todos los jugadores almacenados en la web de Epic en nuestro sistema. Pero debido al tamaño de los datos (25 millones de partidas y más de 2,6 millones de jugadores)

es imposible disponer de los datos en su totalidad y como consecuencia se ha tenido que usar un conjunto muy reducido de datos. Debido a las características de estos sistemas de matchmaking que se han detallado esto empobrece las clasificaciones y las puntuaciones de los jugadores y por tanto los resultados que ofrece nuestro sistema.

Capítulo 7 - Bibliografía y referencias

- Aamodt, A. (1995). Case-based reasoning: An introduction.
- Bridge, D., Göker, M. H., McGINTY, L., & Smyth, B. (2005). Case-Based Recommender Systems. *The Knowledge Engineering Review*, 20(03), 315–320. doi:10.1017/S0269888906000567
- Elisseeff, A., & Pontil, M. (2003). Leave-one-out and stability of learning algorithms with applications.
- Glickman, M. (1995). Chess rating systems. *M.E, American Chess Journal* 3, 59–102.
- Göker, M. H., Howlett, R. J., & Pric, J. E. (2005). Case-based reasoning for diagnosis applications. *The Knowledge Engineering Review*, 20(3).
- Graepel, T., & Herbrich, R. (2006). Ranking and Matchmaking: Grouping online player for competitive gaming. *Game Developer*.
- Jannach, D., Zanker, M., Felfernig, A., & Friedrich, G. (2010). *Recommender Systems: An Introduction*. Cambridge University Press.
- Jiménez-Rodríguez, J., Jiménez-Díaz, G., & Díaz-Agudo, B. (2011). Matchmaking and case-based recommendations. *Proceedings of the ICCBR 2011 Workshops*.
- Martínez, L., Barranco, M. J., Pérez, L. G., & Espinilla, M. (2008). A knowledge based system with multigranular linguistic information.
- Perner, P., Holt, A., & Richter, M. (2005). Image processing in case-based reasoning. *The Knowledge Engineering Review*, 20(03), 311–314. doi:10.1017/S0269888906000671
- Rissland, E. L., Ashley, K. D., & Branting, L. K. (2005). Case-based reasoning and law. *The Knowledge Engineering Review*, 20(03), 293–298. doi:10.1017/S0269888906000701
- Vollrath, I., Wolfgang, W., & Bergman, R. (1998). Case-Based Reasoning Support for online catalog series.
- Starcraft II , <http://eu.battle.net/sc2/es/> , Blizzard Entertainment.

- League of Legends, www.leagueoflegends.com , Riot Games Inc.
- FIFA 2012 , <http://www.ea.com/es/futbol/fifa> , Electronic Arts.
- World of Warcraft, <http://eu.battle.net/wow/es/> , Blizzard Entertainment.
- Heroes of Newerth, <http://www.heroesofnewerth.com> , S2 Games.
- Unreal Tournament 2004, <http://www.epicgames.com> , Epic Games.
- Counter Strike: Source , <http://www.counter-strike.net> , Valve software.
- BattleField, <http://www.battlefield.com/es/battlefield3> , EA Games.
- Call of duty, <http://www.callofduty.com> , Activision.
- QuakeLive , <http://www.quakelive.com> , Id Software.
- Age of Empires, <http://www.ageofempires3.com> , Microsoft Game Studios.
- Halo Reach, www.bungie.net/projects/reach/default.aspx , Bungie Software
- Google News , <http://news.google.es>.
- Foursquare , <http://www.foursquare.com>.
- Pandora Radio, <http://www.pandora.com>.
- UT2004 Stats, <http://ut2004stats.epicgames.com>