

Pràctica 1: Agents

SID - Grup 03

Enric Segarra

Marc Font

Pablo Calomardo

30 de març de 2025

Índex

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Racionalitat | 3 |
| 1.1 | Criteris de racionalitat | 3 |
| 1.2 | Axis | 3 |
| 1.2.1 | Soldat | 3 |
| 1.2.2 | Metge | 4 |
| 1.2.3 | Operador de Camp | 4 |
| 1.3 | Allied | 4 |
| 1.3.1 | Soldat | 5 |
| 1.3.2 | Metge | 5 |
| 1.3.3 | Operador de Camp | 5 |
| 2 | Estratègia i Implementació | 6 |
| 2.1 | Arquitectura dels Agents | 6 |
| 2.2 | Axis | 6 |
| 2.2.1 | Objectiu 1: Patrullar la Bandera | 6 |
| 2.2.2 | Objectiu 2: Perseguir la Bandera | 7 |
| 2.2.3 | Plans Secundaris | 7 |
| 2.2.4 | Comportaments Específics per Classe | 8 |
| 2.3 | Allied | 8 |
| 2.3.1 | Objectiu 1: Obtenir la Bandera | 8 |
| 2.3.2 | Objectiu 2: Portar la Bandera a la Base | 9 |
| 2.3.3 | Comportaments Específics per Classe | 9 |
| 3 | Avaluació i Conclusions | 10 |
| 3.1 | Comparació de les Estratègies | 10 |
| 3.2 | Limitacions i Possibles Millores | 10 |
| 3.3 | Conclusions | 11 |

1 Racionalitat

1.1 Criteris de racionalitat

Per a poder definir de forma adequada el comportament de cadascun dels agents, cal tenir en compte diversos factors, entre els quals es troben la classe específica de cada agent (Soldat, Metge o Operador de Camp), l'objectiu general de cada bàndol i el rol que se li vol donar a cada agent en l'entorn en què operarà.

La racionalitat dels nostres agents es basa en quatre principis fonamentals:

1. **Optimització dels recursos disponibles:** Els agents prenen decisions que maximitzen l'ús dels seus recursos (salut, munició) en funció de la situació.
2. **Adaptabilitat al context:** Els agents modifiquen el seu comportament en funció de l'estat del joc, per exemple, si la bandera ha estat capturada.
3. **Compliment del rol assignat:** Cada tipus d'agent (Soldat, Metge, Operador de Camp) té un comportament especialitzat que complementa els altres.
4. **Priorització d'objectius:** Els agents estableixen una jerarquia de prioritats que els permet decidir entre objectius competitiu (per exemple, perseguir un enemic o recuperar-se).

1.2 Axis

Per a l'equip defensor s'ha implementat una estratègia conservadora, basada en el principi de control de la posició i la preservació de la integritat de les tropes. Per a dur a terme aquesta visió, tots els defensors cerquen recuperar la salut si aquesta disminueix significativament i detecten medicaments a la vista, o retornen a la zona de la bandera on el Metge ha deixat medicaments prèviament.

Tots els agents d'aquest equip tenen un comportament similar basat en el paradigma *observar-actuar* amb una estructura de plans ben definida. Les tropes patrullen la zona de la bandera, seguint punts de control predefinits, amb instruccions d'atacar qualsevol enemic dins del seu camp de visió (*field of view* o FOV). En el cas que l'equip atacant capturi la bandera, abandonen les tasques actuals per activar un pla de persecució. Si observen la bandera caiguda, reestableixen nous punts de control al voltant de la nova posició.

Les diferències entre agents es basen en la seva classe específica, ja que responen a estímuls de manera diferent: l'agent Metge col·loca kits mèdics en els punts de patrulla i quan detecta aliats ferits, mentre que l'Operador de Camp distribueix munició durant la patrulla i quan detecta aliats amb recursos limitats.

1.2.1 Soldat

El soldat defensor té per objectiu principal neutralitzar els enemics que apareguin dins del seu camp de visió. El seu patró de patrulla crea 4 punts en forma de rombe equidistants al voltant de la bandera, a una distància de 10 unitats. Si detecta que la seva salut és baixa (per sota de 60 unitats) i observa un kit mèdic, s'adreçarà a recollir-lo prioritàriament. Si la salut disminueix críticament (per sota de 20 unitats), abandonarà el combat temporalment per dirigir-se a la bandera, on sap que hi ha medicaments disponibles, i un cop

recuperat, tornarà a la posició anterior de combat.

Si l'equip atacant aconsegueix capturar la bandera, el soldat activarà un pla específic (*hunting-flag-carrier*) que el dirigirà cap a la bandera. Si durant aquest procés detecta enemics, els atacarà i perseguirà amb més intensitat. Quan la bandera es troba caiguda (després que el portador hagi estat eliminat), el soldat crea nous punts de control al voltant d'aquesta posició i reprèn la patrulla. També buscarà activament munició quan aquesta sigui inferior a 15 unitats.

Els llindars de decisió (60 per a la salut per cercar kits mèdics i 15 per a la munició) han estat calibrats per permetre que el soldat mantingui una presència defensiva efectiva sense arriscar innecessàriament la seva supervivència.

1.2.2 Metge

La funció principal del Metge és proporcionar suport sanitari a l'equip, mentre manté un patró de patrulla similar al del soldat però en forma de rombe. El metge diposita kits mèdics en cadascun dels punts de control de la seva ruta i, si detecta un aliat amb salut inferior a 75 unitats, abandonarà temporalment la patrulla per adreçar-se a curar-lo.

Un cop ha atès l'aliat, no retorna a la patrulla sinó que passa al mode de combat, assumint que si l'aliat estava ferit probablement es trobava en situació d'enfrontament. Si el metge té poca salut (menys de 60 unitats) i detecta un kit mèdic, el recollirà. Si està en mode de combat i la seva salut esdevé crítica (menys de 20 unitats), es retirarà temporalment cap a la bandera on sap que hi ha medicaments i després retornarà a la posició de combat.

Quan la bandera és capturada, el metge també entra en mode de persecució i prioritza atacar el portador de la bandera, col·laborant amb la resta de l'equip en la recuperació de l'objectiu.

1.2.3 Operador de Camp

L'Operador de Camp té un comportament similar al metge, però especialitzat en la provisió de munició. Patrulla seguint punts que formen un triangle equilàter al voltant de la bandera a 12 unitats de distància, deixant munició en cada punt. Proporciona munició automàticament quan detecta que la seva pròpia reserva disminueix per sota de 40 unitats, assumint que la resta de l'equip també necessitarà recarregar aviat.

Si detecta un aliat i la seva pròpia munició està per sota de 75 unitats, s'adreça cap a l'aliat per recarregar-lo i després torna al mode de combat. L'Operador de Camp també cerca medicaments si la seva salut baixa de 60 unitats, i persegueix el portador de la bandera, igual que els altres agents, quan aquesta és capturada.

El llindar de 75 unitats per a la recàrrega d'aliats reflecteix la importància de mantenir l'equip ben equipat, mentre que el llindar més baix de 40 unitats per a la recàrrega automàtica permet optimitzar l'ús dels recursos.

1.3 Allied

Per a l'equip atacant s'ha desenvolupat una estratègia més agressiva però metòdica, enfocada a l'establiment de bases avançades estratègiques que serveixen com a punts de suport durant l'atac i la retirada.

1.3.1 Soldat

La funció principal del soldat atacant és maximitzar el dany a l'equip contrari mentre avança cap a la bandera. A diferència dels seus companys, que estableixen bases avançades, es mou directament entre dos punts de control predefinitos abans d'adreçar-se a la bandera. Si detecta enemics, els dispara mentre continua avançant, però si la seva salut esdevé crítica (menys de 30 unitats) o disposa de molt poca munició (menys de 5 unitats) i es troba lluny de la bandera, activarà un pla de retirada estratègica.

Durant la retirada, cerca activament medicaments i munició per recuperar-se, i només reprèn l'atac quan està completament recuperat (salut i munició per sobre de 75 unitats). Si aconsegueix capturar la bandera, corre directament cap a la base pròpia. Si detecta que un aliat porta la bandera, activarà un pla de persecució per seguir-lo i escortar-lo.

El soldat atacant també presenta comportaments específics per recollir munició i medicaments quan els necessita, però amb diferents llindars de decisió depenent de si es troba en fase d'atac o de retorn amb la bandera capturada.

1.3.2 Metge

La funció principal del Metge atacant és proporcionar suport sanitari a l'equip mentre avança cap a la bandera enemiga. La seva estratègia inclou la creació de dues bases avançades amb kits mèdics en punts estratègics entre la posició inicial i la bandera (a 1/3 i 1/2 del camí). Un cop ha establert aquestes bases, continua el seu avanç cap a l'objectiu principal.

Si durant el seu avanç detecta un aliat amb salut baixa (menys de 50 unitats), abandonarà temporalment el pla d'atac per anar a atendre'l i després reprendrà la marxa. Si detecta enemics, els dispararà mentre disposi de munició suficient. Si la seva pròpia salut disminueix per sota de 75 unitats, crearà medicaments automàticament.

Si l'equip atacant aconsegueix capturar la bandera, el metge adoptarà un de dos comportaments segons la situació: si ell mateix porta la bandera, retornarà a la base passant per les bases avançades prèviament establertes; si la porta un company d'equip i el detecta visualment, seguirà aquest company per proporcionar-li suport sanitari durant la retirada.

1.3.3 Operador de Camp

El comportament de l'Operador de Camp atacant és pràcticament idèntic al del metge, però centrant-se en proporcionar munició en lloc de medicaments. També crea dues bases avançades en els mateixos punts estratègics (a 1/3 i 1/2 del camí cap a la bandera), deixant munició en cadascuna d'elles.

L'Operador de Camp dispara als enemics que detecta mentre avança, sempre que disposi de munició. Si detecta que un aliat té poca vida, no té un comportament específic per a aquesta situació, ja que aquesta és la funció principal del metge. Si la seva pròpia munició disminueix significativament, en proporciona de nova automàticament.

Quan la bandera és capturada, també retorna a la base seguint el mateix comportament que el metge: si ell porta la bandera, torna directament; si la porta un company d'equip i el detecta visualment, el segueix per escortar-lo.

2 Estratègia i Implementació

2.1 Arquitectura dels Agents

En aquesta secció presentem una visió més tècnica de l'arquitectura d'agents implementada, explicant com s'han estructurat els plans i comportaments en el codi. Els agents utilitzen un sistema de plans activats per esdeveniments i condicions.

Cada agent té un conjunt de creences (predicats en el codi) que representen el seu estat i coneixement actual. Per exemple:

- **patrullant**: Indica que l'agent està en mode de patrulla.
- **combatent**: Indica que l'agent està en mode de combat.
- **anant_a_bandera**: Indica que l'agent s'està adreçant a la bandera.
- **tornant_amb_bandera**: Indica que l'agent està tornant a la base amb la bandera.

Els agents reaccionen als canvis en el seu entorn mitjançant regles del tipus "esdeveniment : condicions ← accions". Per exemple, la regla:

```
+enemies_in_fov(ID,Type,Angle,Distance,Health,[X1,Y1,Z1]):  
    Health > 0 & patrullant & team(200)  
    <-  
    .shoot(5,[X1,Y1,Z1]);  
    -patrullant;  
    +combatent;  
    .stop;  
    .look_at([X1,Y1,Z1]).
```

Indica que quan l'agent detecta un enemic en el seu camp de visió, si està en mode de patrulla i pertany a l'equip defensor, dispararà a l'enemic, canviarà al mode de combat, s'aturarà i mirarà en direcció a l'enemic.

2.2 Axis

Per als agents defensors, l'estratègia implementada es basa en el control i vigilància de la bandera mitjançant patrulles i comportaments específics.

2.2.1 Objectiu 1: Patrullar la Bandera

Aquest objectiu consta dels plans següents:

- **Pla 1: Adreçar-se a la Bandera**
 - *Identificador del Pla*: **anar_a_bandera**
 - *Condicions d'activació*: Cap, és el pla inicial.
 - *Accions a realitzar*: Els agents es dirigeixen a la posició de la bandera per iniciar la patrulla.
- **Pla 2: Patrullar la bandera**
 - *Identificador del Pla*: **patrullant**
 - *Condicions d'activació*: Haver arribat a la bandera.

- *Accions a realitzar*: Si són metges o Operadors de Camp, en arribar a la bandera dipositen medicaments o munició respectivament. A continuació, tots els agents creen punts de control al voltant de la bandera i els patrullen sistemàticament.

2.2.2 Objectiu 2: Perseguir la Bandera

En cas que la bandera sigui capturada, els defensors activen els següents plans:

- **Pla 3: Persecució del portador**

- *Identificador del Pla*: `perseguint_bandera`
- *Condicions d'activació*: Detectar que la posició actual de la bandera és diferent de la seva posició inicial.
- *Accions a realitzar*: Els agents abandonen la patrulla i persegueixen l'actual posició de la bandera.

- **Pla 4: Restablir la vigilància**

- *Identificador del Pla*: `patrullant`
- *Condicions d'activació*: Haver arribat a la nova posició de la bandera després de l'eliminació del seu portador.
- *Accions a realitzar*: Es creen nous punts de patrulla al voltant de la posició actual de la bandera i es retorna a l'Objectiu 1, Pla 2.

2.2.3 Plans Secundaris

Els defensors disposen de plans secundaris que s'activen en situacions específiques:

- **Pla: Combat**

- *Identificador del Pla*: `combatent`
- *Condicions d'activació*: Detectar un enemic en el camp de visió.
- *Accions a realitzar*: Els agents deixen de patrullar temporalment per centrar-se en l'enfrontament, evitant donar l'esquena a l'enemic. Un cop finalitzat el combat (sense enemics a la vista), retornen a la patrulla.

- **Pla: Retirada Tàctica**

- *Identificador del Pla*: `fujint_per_tornar`
- *Condicions d'activació*: Estar en combat o patrullant amb menys de 20 punts de vida.
- *Accions a realitzar*: L'agent abandona la seva tasca actual, cerca medicaments, i un cop recuperat, torna al punt on es trobava anteriorment per reprendre la seva activitat.

2.2.4 Comportaments Específics per Classe

- **Soldat:** Durant la patrulla, dispara a qualsevol enemic en el seu camp de visió mentre tingui suficient vida i munició.
- **Metge:** A més del comportament de combat del soldat, si detecta un aliat amb poca vida (menys del 50%), deixa el combat per atendre'l.
- **Operador de Camp:** Funciona de manera similar al metge, però la seva especialitat és proporcionar munició als aliats que en tinguin poca.

2.3 Allied

L'estratègia dels agents atacants està orientada a obtenir la bandera i retornar-la a la base de manera segura, utilitzant bases avançades per donar suport a l'operació.

2.3.1 Objectiu 1: Obtenir la Bandera

Aquest objectiu consta dels plans següents:

- **Pla 1: Crear Base Avançada 1**
 - *Identificador del Pla:* `anant_punt_control_1`
 - *Condicions d'activació:* Cap, és el pla inicial.
 - *Accions a realitzar:* Els agents es dirigeixen a un punt de control situat a 1/3 del camí entre la base pròpia i la bandera enemiga per establir una primera base avançada amb medicaments o munició (segons l'agent). Aquest punt es guarda com a `primer_medikit` o `primer_ammo`.
- **Pla 2: Crear Base Avançada 2**
 - *Identificador del Pla:* `anant_punt_control_2`
 - *Condicions d'activació:* Haver arribat a la Base Avançada 1 i haver dipositat recursos.
 - *Accions a realitzar:* Els agents continuen cap a un punt intermedi (a la meitat del recorregut) entre la Base Avançada 1 i la bandera enemiga, establint una segona base avançada. Aquest punt es guarda com a `segon_medikit` o `segon_ammo`.
- **Pla 3: Capturar la Bandera**
 - *Identificador del Pla:* `anant_a_bandera`
 - *Condicions d'activació:* Haver arribat a la Base Avançada 2 i haver dipositat recursos.
 - *Accions a realitzar:* Els agents avancen directament cap a la bandera per capturar-la. Durant l'execució d'aquest pla, poden activar-se accions secundàries, com ara la retirada cap a la Base Avançada 2 en cas de tenir poca vida o munició, abans de tornar a intentar la captura.

2.3.2 Objectiu 2: Portar la Bandera a la Base

Un cop capturada la bandera, s'activen els següents plans:

- **Pla 4: Retornar amb la Bandera**
 - *Identificador del Pla:* `tornant_amb_bandera`
 - *Condicions d'activació:* L'agent ha aconseguit capturar la bandera.
 - *Accions a realitzar:* L'agent es dirigeix a la Base Avançada 2 per recuperar-se abans de continuar cap a la base pròpia.
- **Pla 5: Seguir al Portador de la Bandera**
 - *Identificador del Pla:* `perseguint_bandera`
 - *Condicions d'activació:* Un aliat ha capturat la bandera i es troba en el camp de visió de l'agent.
 - *Accions a realitzar:* L'agent segueix i cobreix al portador de la bandera. Cal mantenir contacte visual, ja que sense comunicació entre agents, si es perd de vista el portador, l'agent no podrà seguir-lo.
- **Pla 6: Completar el Retorn**
 - *Identificador del Pla:* `tornant_amb_bandera`
 - *Condicions d'activació:* L'agent ha arribat a la Base Avançada 2 amb la bandera.
 - *Accions a realitzar:* Després de recuperar-se, l'agent continua el camí cap a la base pròpia per completar la captura.

2.3.3 Comportaments Específics per Classe

- **Soldat:** Durant l'avanç cap a la bandera, dispara a tots els enemics que detecti, sempre que tingui suficient vida i munició. Si les seves condicions estan per sota dels llindars crítics (30 de vida o 5 de munició), activa un pla de retirada estratègica.
- **Metge:** A més de les funcions de combat, si detecta un aliat amb poca vida (menys del 50%), deixa temporalment el seu objectiu per atendre'l i després reprèn la seva missió.
- **Operador de Camp:** Funciona de manera similar al metge, però s'especialitza en proporcionar munició als aliats que en tinguin poca, en lloc de curar-los.

3 Avaluació i Conclusions

3.1 Comparació de les Estratègies

Les estratègies implementades pels dos equips presenten diferències significatives que reflecteixen els seus objectius respectius:

- **Equip Axis (Defensor):** Implementa una estratègia defensiva i territorial, centrada en el control d'una àrea específica al voltant de la bandera. Els agents creen un perímetre de vigilància constant, amb capacitat de resposta ràpida davant qualsevol amenaça. La seva estratègia és estàtica però efectiva per a la defensa.
- **Equip Allied (Atacant):** Desenvolupa una estratègia més dinàmica i progressiva, centrada en la creació d'una infraestructura de suport (bases avançades) abans de l'assalt final. Aquesta aproximació permet als agents disposar de recursos durant tant l'atac com la retirada.

| Aspecte | Axis (Defensor) | Allied (Atacant) |
|-------------------------|--|--|
| Mobilitat | Limitada a la zona de patrulla | Alta, progressió per fases |
| Ús de recursos | Centralitzat al voltant de la bandera | Distribuït en bases avançades |
| Resposta a amenaces | Immediata, amb reforç d'agents propers | Adaptativa, amb possibilitat de retirada |
| Cooperació entre agents | Implícita, compartint zona de patrulla | Explícita, amb rols de suport definits |

Taula 1: Comparació de les característiques estratègiques de cada equip

3.2 Limitacions i Possibles Millores

Tot i que les estratègies implementades són efectives, presenten algunes limitacions:

- **Comunicació limitada:** Els agents no poden comunicar-se directament entre ells, el que limita la coordinació. Una millora seria implementar un sistema de comunicació indirecta mitjançant l'entorn.
- **Adaptabilitat:** Els agents tenen comportaments preestablerts que poden no ser òptims en totes les situacions. Una millora seria implementar mecanismes d'aprenentatge que permetin als agents adaptar-se a diferents tàctiques enemigues.
- **Reconeixement d'amenaces:** Els agents no prioritzen els enemics segons el seu tipus (no distingeixen si un enemic és més perillós que un altre). Una millora seria implementar un sistema de categorització d'amenaces.
- **Cooperació activa:** Els agents podrien beneficiar-se d'una cooperació més activa, per exemple, formant grups d'atac o defensa coordinats.

3.3 Conclusions

Aquest treball ha presentat la implementació d'agents racionals per a un joc de captura de bandera. Les estratègies desenvolupades mostren com el comportament racional pot emergir de regles simples però ben coordinades.

Les principals conclusions que es poden extreure són:

- **Efectivitat dels models de decisió:** L'arquitectura d'agents implementada ha demostrat ser adequada per aconseguir comportaments complexos i racionals, permetent als agents prendre decisions coherents en funció del context.
- **Importància de l'especialització:** La diferenciació de rols (Soldat, Metge, Operador de Camp) ha permès crear un equip més versàtil i efectiu.
- **Equilibri entre reactivitat i proactivitat:** Els agents implementats combinen comportaments reactius (resposta a enemics) amb comportaments proactius (creació de bases avançades), el que els fa més adaptables.
- **Emergència de comportaments complexos:** A partir de regles relativament simples, han emergit comportaments tàctics complexos, com ara l'escorta al portador de la bandera o la redistribució de recursos.

En resum, el desenvolupament d'aquests agents ha permès explorar els fonaments de la racionalitat artificial i la seva aplicació en entorns competitiu, demostrant com el disseny adequat d'agents pot generar comportaments sofisticats i efectius.