Prospective technologique et simulation : jouer aujourd'hui c'est gagner demain!

Autor(en): **Ladetto, Quentin / Rüegsegger, Michael**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Revue Militaire Suisse**

Band (Jahr): **- (2020)**

Heft 6

PDF erstellt am: **01.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-913938

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Le Dr. Quentin Ladetto dirige le programme de recherche «Prospective Technologique» et Dr. Michael Rüegsegger dirige l'unité de recherche opérationnelle, tous deux au sein d'armasuisse S+T.

Armasuisse S+T

Prospective technologique et simulation : Jouer aujourd'hui c'est gagner demain !

Dr. Quentin Ladetto, Dr. Michael Rüegsegger
armasuisse Sciences + Technologies (S+T)

Que vous attendiez des études et des rapports comme livrables d'un programme de prospective semble être une attente raisonnable. Arrêtons-nous cependant un instant et demandons-nous : sommes-nous vraiment intéressés par les technologies elles-mêmes ou par ce qu'elles offriront ; comment celles-ci affecteront notre mode de fonctionnement et quelles opportunités et menaces pourraient-elles représenter ? À ce stade, allons même un peu plus loin et demandons-nous si ce qui nous intéresse vraiment, ce sont les opportunités, les menaces et ce qu'elles représentent ou si c'est ce qu'elles représentent pour nous ? Cette différence n'est pas anecdotique car elle signifie que nous devons passer d'un produit descriptif à quelque chose qui nous touche individuellement. La meilleure façon d'y parvenir est de générer une expérience unique, qui interagit avec nos sens, de sorte que nous puissions nous y référer en cas de besoin.

Travailler sur le récit, y compris en racontant des histoires, pourrait donc être une façon de faire vivre une expérience au lecteur. Malheureusement, l'expérience se trouverait réduite au niveau émotionnel. Permettre aux gens de jouer avec ce que la technologie permettrait et de vivre les conséquences de leurs décisions dans un scénario donné leurs apporterait certainement plus d'informations.

Il y a cependant un défi supplémentaire à relever : les éléments que nous voudrions expérimenter n'existent pas encore. Par conséquent, au lieu de les tester simplement, nous devrons les simuler. Se tourner vers le monde de la simulation avec des idées et des sentiments plutôt que des valeurs pour alimenter les modèles mathématiques n'est pas si évident. C'est à ce moment que le « jeu » est venu à l'esprit. Mais comment ? Avec quoi ? Avec qui ? À quel niveau ? Combien de temps ? Sans le savoir vraiment, nous avons ouvert la boîte de Pandore des possibilités et des alternatives que nous devrons envisager pour construire notre environnement ludique, notre écosystème technologique.

Ce que vous lisez ici est une tentative originale de présenter non seulement le travail accompli, mais également la motivation des différents acteurs impliqués dans ce voyage.

Ce projet s'inscrit dans le cadre du programme de recherche en prospective technologique d'armasuisse Science et Technologie, également connu sous le nom de Deftech (DEfence Future TECHnologies) et dont le but est d'identifier les tendances technologiques de rupture, d'évaluer leurs implications dans un contexte militaire et d'informer l'armée suisse des opportunités et menaces possibles.

A la recherche du bon format

Compte tenu de l'expérience acquise lors de l'organisation et la participation à différents jeux de guerre, force est de constater que l'accent est mis sur la stratégie et non sur la compréhension des effets occasionnés par une nouvelle technologie ou une nouvelle arme.

Nous sommes arrivés à la conclusion, certes évidente a *posteriori*, que pour comprendre l'impact d'un nouveau produit, rendu possible par l'intégration de nouvelles technologies, nous devons le simuler au niveau où il est utilisé. Dans notre cas, il s'agit de passer du niveau stratégique au niveau tactique. Il nous faut donc définir pour ces futurs systèmes les valeurs de paramètres tels que la protection, la létalité, la mobilité. Comme l'accent est mis sur la compréhension des implications de l'utilisation du système, nous devons avoir la flexibilité nécessaire de modifier facilement les valeurs le définissant afin de comprendre quelle combinaison occasionnerait une révolution plutôt qu'un simple avantage tactique.

Prenons l'exemple de l'exosquelette. Une des possibilités serait d'équiper certains fantassins pour qu'ils puissent se déplacer plus rapidement, porter plus de poids (protection ? munitions ?), être moins sujets à la fatigue

Figure 1 : Le jeu de guerre sous la forme de jeu de plateau facilite une discussion et un échange autour des futures technologies intégrées dans des futurs systèmes ayant un impact potentiel sur la tactique et la stratégie militaire. Ce jeu sérieux permet au joueur d'expérimenter les impacts de ces nouvelles possibilités bien avant que celles-ci ne soient réalisables.

physique et aux blessures, etc. La grande question pour chacun de ces paramètres est de savoir « combien ». Permettre au soldat de porter 80 kg au lieu de 50 kg peut être un avantage car cela pourrait signifier plus de protection ou plus de munitions compte tenu des circonstances, mais cette différence de 30 kilos justifie-t-elle à elle seule l'ampleur des développements requis ? Et si au lieu de 80 kg, on pouvait transporter 800 kg ?

Le jeu doit donc permettre de simuler facilement ces changements et de stimuler les discussions qui les entourent. Le but n'est pas ici de gagner, mais de comprendre les forces et les faiblesses induites par ces futurs systèmes dans des scénarios tactiques donnés. L'option du jeu de plateau (Figure 1) fut donc retenue et le cahier des charges intègre les objectifs suivants :

- Le jeu sera créé autour de scénarios « bleu contre rouge ».
- Les règles doivent être suffisamment simples pour que les débutants puissent commencer à jouer en 15 minutes.
- La durée d'une partie doit être de 60 minutes au maximum afin de permettre le test de différentes options pendant une demi-journée.
- Le jeu doit être suffisamment modulaire pour permettre l'introduction de nouvelles technologies / systèmes futurs ainsi que de nouveaux scénarios afin de s'adapter aux intérêts et à l'orientation des différentes parties prenantes.

Partie prenante des développement, l'Etat-Major de l'armée suisse fut impliqué dans la définition des scénarios ainsi que dans la priorisation des technologies à considérer. Ensemble, nous avons veillé à ce que tout ce que nous simulons du côté bleu respecte les conventions de Genève. Nous avons validé les différents paramètres technologiques avec des experts afin de nous assurer que les valeurs initiales correspondent à des développements plausibles pour les années à venir.

C'est ainsi que nous avons entamé le voyage vers ce qui deviendra la plate-forme « New Techno War » (NTW) !

Le défi de la simplicité

La majorité des jeux de guerre de plateau, dont les plus réussis commercialement, visent un réalisme total. On y parvient grâce à une mécanique de jeu précise et à des détails exagérés, au détriment de la simplicité. Il est rare de voir un manuel de règles de moins de 30 ou 40 pages minimum. Pour ce développement, nous avons dû inverser le paradigme afin de *simuler le plus précisément possible mais de rester aussi simple que possible*. Le résultat est le jeu New Techno War (Figure 2), dont le manuel de règles ne fait que 4 pages.

Nous sommes donc partis du principe qu'il fallait développer un jeu reprenant la doctrine suisse actuelle

Figure 2 : Représentation du jeu de table « New Techno War » avec l'accent mis sur les nouvelles technologies et les nouveaux systèmes. Le titre « Challenge today tactics with the systems of tomorrow - Défie les tactiques d'aujourd'hui avec les systèmes de demain » résume ce que nous avons essayé de mettre en avant en jouant à ce serious game. Le jeu est disponible en français, allemand et anglais.

de manière simple et flexible. Flexible, parce que nous devons être capables d'affiner les paramètres du jeu pour voir clairement l'effet d'une nouvelle technologie qui a un impact sur ces paramètres et sur ces paramètres seulement.

Prenons un exemple concret : le renseignement. *Nous avons décidé que le renseignement devait être absolument présent dans le jeu, car il est un élément essentiel de la guerre moderne. Le renseignement est traité différemment selon que vous soyez l'attaquant ou le défenseur. En tant qu'attaquant, le principe de base est que vous disposez d'un renseignement initial presque complet sur les positions, les forces, les armes et la structure du défenseur ; mais au fur et à mesure que la bataille progresse dans le temps, l'incertitude augmente : l'arrivée des réserves, l'approvisionnement en munitions, le mouvement des troupes : tous ces éléments évoluent.*

En tant que défenseur (pour rappel, la mission de l'armée suisse est uniquement défensive) votre qualité de renseignement au début de la bataille est presque inexistante car c'est l'attaquant qui choisit où et quand intervenir. Cependant, plus la bataille progresse, plus vous obtenez de renseignements, ne serait-ce que parce que vous prenez désormais part au combat.

Comment simuler cela ? L'attaquant commence avec un 6 en intelligence et perd 1 point par tour jusqu'à ce qu'il atteigne 4. Le défenseur opposé commence à 0 et voit sa caractéristique augmenter de 1 à chaque tour, jusqu'à ce qu'il atteigne 4. Ce point d'équilibre, trouvé au 4e tour du jeu, oblige l'attaquant à aller vite, alors que le défenseur a tout intérêt à ralentir l'attaque. Cela semble réaliste. Cette règle est expliquée en une ligne. Simplicité.

Ajoutons une nouvelle technologie principalement axée sur le renseignement : un essaim de drones. Le drone affecte la recherche de renseignements dans la zone qu'il survole et distribue ces renseignements à une personne ou à une troupe. L'utilisation d'un essaim de drones va donc se refléter sur 3 paramètres du jeu, à savoir : l'utilisation de drones va modifier la qualité du renseignement ; l'amélioration du renseignement est limitée à une zone spécifique ; une troupe ou une partie de celle-ci dispose de ce renseignement supplémentaire.

Pour les règles du jeu, cela se traduit par deux lignes spécifiques au système de l'essaim de drones. Simplicité.

A ce stade, nous espérons que tous les acteurs autour de la table se rendent compte de l'apport d'un nouveau système dans une situation tactique spécifique bien mieux qu'en lisant un rapport à ce sujet. Il reste cependant une question ouverte que nous n'avons pas vraiment abordée : étant le défenseur ou l'attaquant, existe-t-il une façon spécifique d'utiliser ce nouveau système pour remplir ma mission ?

Répondre à cette question nécessite d'envisager toutes les possibilités d'utilisation du nouveau système dans ce scénario donné. Devant le nombre de parties à considérer, le passage du monde physique au monde numérique s'impose.

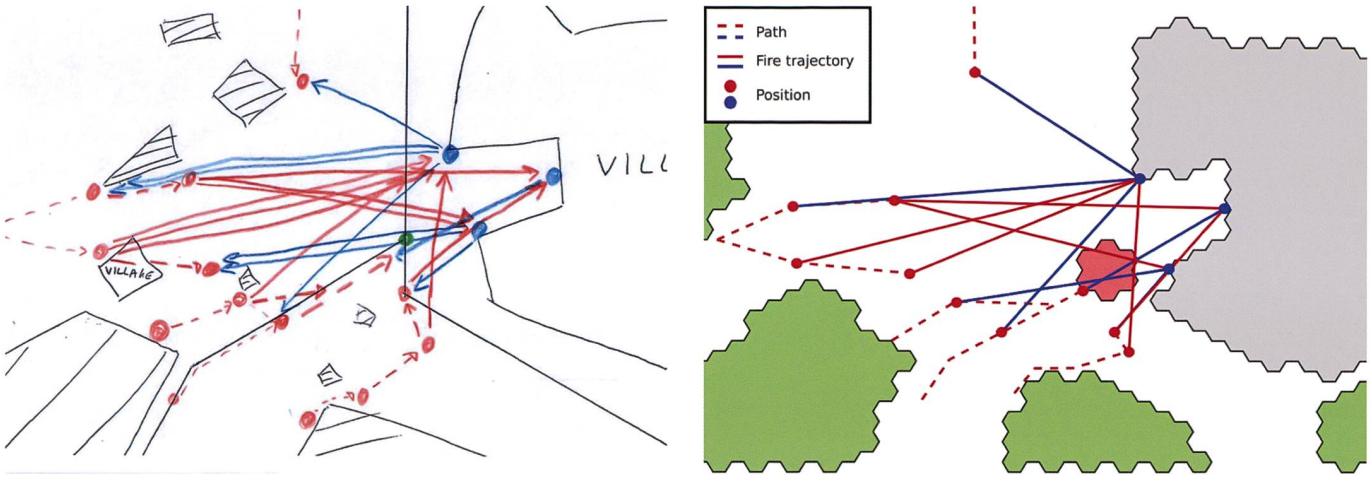

Figure 3 : (gauche) Résultat d'un jeu joué par deux humains et esquissé manuellement et nécessaire pour la validation des modèles utilisés pour la simulation. (droite) le même résultat dans sa version digitale.

Du plateau à l'écran

Le passage au monde numérique présente quelques défis intrinsèques mais permet d'obtenir des informations supplémentaires sur la manière dont les nouveaux systèmes pourraient être utilisés et potentiellement remettre en question les procédures tactiques actuelles. Les efforts entrepris visent à améliorer la compréhension des questions suivantes :

- Que pouvons-nous apprendre en générant tous les résultats possibles d'un scénario ?
- Que peut apprendre un humain en jouant contre une Intelligence Artificielle (IA) ? Comment pouvons-nous le faire ?
- Quel type d'information pouvons-nous présenter au joueur humain pour que le tandem humain + IA soit meilleur que l'IA seule ? Comment présenter l'information au joueur ?

Simulation de tous les résultats possibles

Le nombre de résultats plausibles dans tout jeu de guerre non trivial est si grand qu'il n'est pas possible pour un humain de les analyser tous. Cette incapacité à explorer tout un espace de résultats peut avoir une importance moindre si le jeu est utilisé pour l'entraînement et l'apprentissage, mais elle est d'une importance capitale si vous l'utilisez pour développer une nouvelle doctrine, pour tester des concepts d'opération et pour évaluer des décisions tactiques. Dans ce cas, vous devez faire la différence entre ce qui est possible, plausible ou probable.

Comment relever ce défi ? Grâce à ce qu'on appelle les simulations multi-agents. Comme les ordinateurs jouent plus vite que les humains, les simulations multi-agents peuvent explorer systématiquement tout l'espace des possibles d'un jeu et identifier les lignes de conduite optimales.

Simulations multi-agents

Les systèmes basés sur des règles, comme les jeux de plateau, peuvent être directement traduits en simulations : les règles du jeu et les environnements de jeu, comme le terrain et le temps, sont codés sous forme de modèles informatiques, qui avancent pas à pas, tandis que les résultats des interactions des joueurs sont enregistrés comme le nouvel état du monde simulé. En bref, c'est l'essence même des simulations multi-agents.

Les simulations multi-agents sont des *jumeaux numériques* du monde réel qui permettent de prendre en compte toutes les dynamiques et interactions que l'on trouve dans la vie réelle. Elles permettent de simuler aussi bien des villes, le commerce et les échanges financiers que des matches de football ou des opérations militaires. Pour construire une simulation multi-agents, une population synthétique est d'abord générée. Il s'agit d'un instantané statique du système d'intérêt, comprenant les propriétés sociodémographiques et les comportements des individus ainsi que l'environnement sociotechnique. La population synthétique est ensuite animée en fonction des règles de comportement et des contraintes environnementales à l'aide des technologies de simulation. La simulation est ensuite calibrée pour produire des résultats statistiquement indissociables des variables d'intérêt du monde réel. Ce type de simulation validée est non seulement utile pour explorer l'espace des résultats des jeux, mais aussi pour des diagnostics et des scenarios prospectifs.

Simulation du jeu de guerre

L'élaboration et l'exécution de la simulation multi-agents de NTW a comporté les étapes suivantes :

- **Familiarisation avec NTW** : plusieurs sessions de NTW ont été joués pour apprendre le jeu et comprendre les règles.
- **Construire le modèle NTW**, y compris les joueurs, l'équipement, la topographie et en y intégrant les règles du jeu.

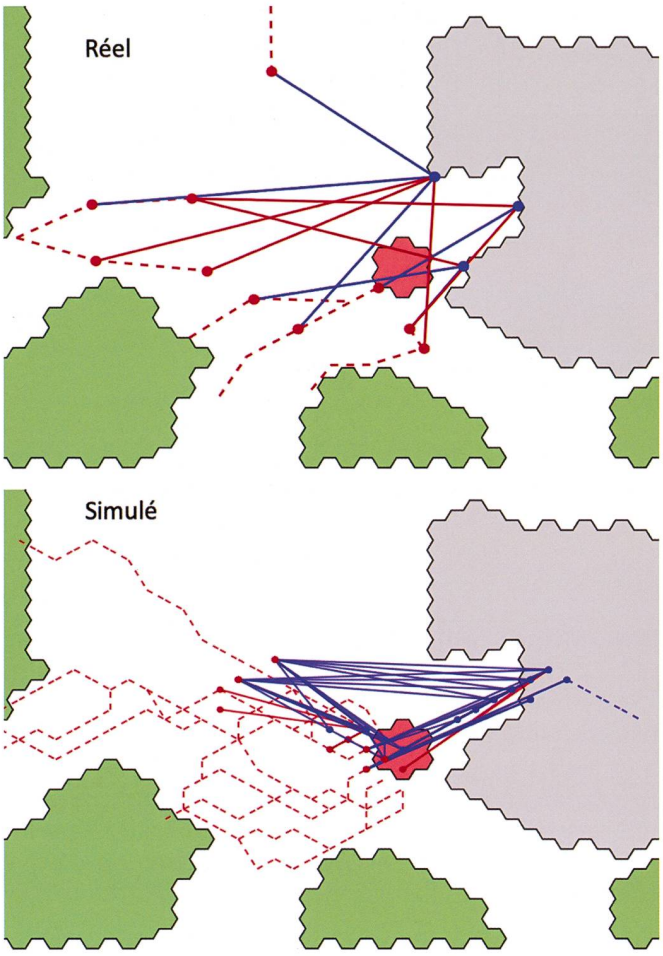

Figure 4 : Représentation digitale d'une partie jouée par deux adversaires humains. (bas) Simulation obtenue représentant la même situation. Il est important de vérifier que dans la multitude de simulations générées par les agents, on retrouve les parties jouées par les humains.

- **Encodage du modèle en tant que simulation multi-agents** : écriture d'un logiciel pour se rapprocher pour chaque scénario de la «physique» du jeu, comme une version numérisée du plateau de jeu ; description des forces en présence composées de systèmes, d'effecteurs et de plates-formes pour chaque scénario ; définition des objectifs de mission pour les agents, et équipement des agents avec des comportements d'apprentissage de renforcement.
- **Vérification et validation de la simulation :** les résultats des parties jouées manuellement ont été esquissés à la main (Figue 3, partie gauche). Les lignes pointillées bleues et rouges représentent la façon dont les unités militaires BLEUES et ROUGES ont été déplacées par les joueurs humains pendant le jeu. Les points bleus et rouges indiquent les positions de tir. Les lignes pleines bleues et rouges représentent les lignes de tir. Des croquis dessinés à la main ont ensuite été numérisés (Figure 3, partie droite) ; 1'000 simulations ont été effectuées et les résultats ont été automatiquement esquissés dans un format similaire aux croquis manuels (Figure 4). Enfin, les résultats des jeux manuels ont été comparés aux résultats des jeux simulés par des algorithmes d'apprentissage automatique développés pour la reconnaissance d'images.

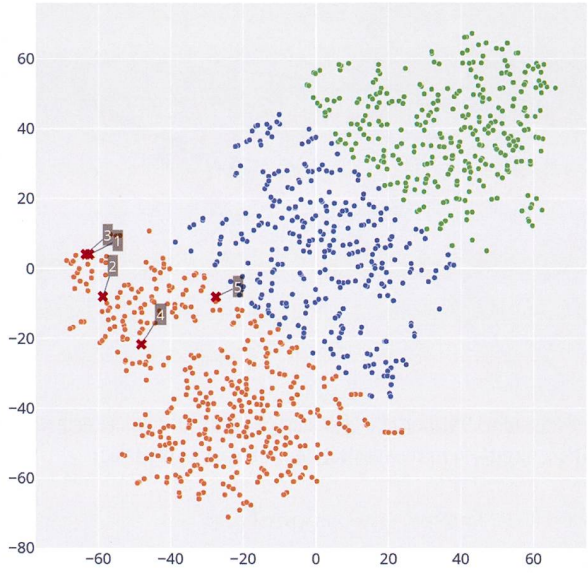

Figure 5 : Représentation de 1'000 résultats de parties simulées et représentées par un nuage de points. Les parties sont regroupées en trois groupes distincts. Les parties jouées par des humains, représentés par des croix rouges à gauche du nuage de points, ne ressemblent qu'au groupe de parties en brun. Les parties représentées dans les groupes bleu et vert sont des parties jouées par les agents digitaux. On constate que ces approches n'ont pas été considérées par les humains. La distance entre les points représente la différence entre deux représentations digitales de parties telles que présentées à la Figure 4.

- **Création d'un dispositif permettant de mener des expériences pour explorer l'espace des résultats du jeu et identifier les tactiques optimales.** Cela inclut la production de 10'000 simulations.

Analyse des résultats

Comme indiqué au début, les simulations peuvent explorer tout l'espace des résultats plausibles du jeu. Nous n'avions pas l'intention de reproduire des résultats de jeu spécifiques, mais de savoir si l'intelligence artificielle qui alimente la simulation multi-agents possède les propriétés nécessaires pour produire des résultats plausibles qui transcendent l'imagination et le jeu humains. Tout d'abord, nous constatons que la simulation produit effectivement des résultats comparables à ceux des jeux auxquels les humains ont participé. Les jeux joués par les humains sont représentés par des croix rouges dans le groupe marron de la Figure 5. Le nuage de points représente 1'000 jeux simulés. Ensuite, trois groupes distincts se dégagent du regroupement des résultats des jeux par apprentissage machine. La signification de ce graphique devient alors évidente : *La simulation joue des parties et produit des résultats que les humains n'avaient pas imaginés.*

Que révèlent les simulations ?

Les parties jouées par les humains suggèrent que BLEU peut gagner le NTW 40 % des fois. La simulation suggère

au contraire que BLEU a beaucoup moins de chances de gagner, environ 3 %. Considérant le nombre de nouvelles possibilités fournies par l'intelligence artificielle, cela apparait comme intuitivement correct. Après avoir ajusté les paramètres d'apprentissage de BLEU, le ratio de victoires de BLEU n'a pas dépassé 10 %. La simulation indique donc que les humains sont probablement trop confiants quant à leur possibilité pour BLEU de gagner. Cela peut s'expliquer par le fait qu'au départ ils n'étaient pas conscients des autres possibilités à disposition. Les humains s'enferment dans des schémas étroits et familiers; ce qui n'est pas le cas des simulations. Les simulations aident donc à identifier des tactiques optimales sans être la proie à des biais cognitifs.

Éliminer les biais cognitifs en jouant contre un champion numérique, telle est l'ambition poursuivie dans le développement de deux intelligences artificielles (l'une jouant ROUGE, l'autre BLEU) pour NTW.

Quand l'artificiel vient renforcer le réel

Les agents modernes basés sur l'intelligence artificielle (IA) surpassent les humains non seulement en termes de capacité à fournir des informations, mais aussi à prendre des décisions dans des situations contrôlées. Dans un monde miniature avec des règles et des actions données, un système informatique ne fournit pas seulement le contexte pour la prise de décision, mais est capable de décider par lui-même. Si une tâche de décision peut être lancée dans un monde aussi simplifié (généralement sous forme de jeu), alors très souvent une IA sur mesure peut aider à choisir les bonnes actions. La configuration décrite comprend pratiquement tous les jeux stratégiques, tels que les échecs, le go, le shogi, le hexagone, ... pour lesquels les IA battent sans effort les champions du monde humains.

Au cœur de cette percée technologique se trouve l'idée d'entraîner les IA en leurs faisant jouer des milliards de simulations. Chaque victoire ou perte est enregistrée et l'IA est améliorée à chaque étape. Non seulement une simulation est fournie au décideur, mais l'IA passe en revue autant de cas raisonnables que possible et sélectionne les actions qui ont le plus de chances de donner les meilleurs résultats. Après un nombre suffisant d'itérations, cette procédure donne lieu à des mouvements inédits qui dépassent les capacités des maîtres humains dans pratiquement tous les jeux stratégiques.

Une IA tactique

Le jeu NTW sert de modèle simplifié mais réaliste pour la prise de décision dans divers scénarios de situations réelles. Le joueur est confronté à une situation typique de conflit militaire et doit décider de la stratégie et de la tactique à adopter pour atteindre ses objectifs militaires. Bien entendu, le joueur peut se livrer à un nombre limité de scénarios, ou simulations, dans son imagination et prendre les meilleures mesures sur la base de l'expérience, des données disponibles et de la simulation. Cependant, des méthodes d'entraînement des agents de l'IA ont été établies pour de nombreux autres jeux afin d'atteindre des performances surhumaines. Une approche basée sur l'IA est mise en œuvre pour NTW dans le but d'apprendre les tactiques et stratégies militaires. Une fois qu'il atteint des performances satisfaisantes dans le cadre des règles du jeu, la structure du jeu peut être étendue pour saisir plus précisément la réalité de la guerre. Les exemples incluent l'ajout de futures armes et la spécification plus détaillée de leurs propriétés, l'incorporation d'agents supplémentaires avec des objectifs distincts, etc.

IA pour les jeux stratégiques

En ce qui concerne le développement des joueurs d'IA pour les jeux stratégiques (y compris les échecs, le go, le shogi, l'hexagone,...) deux méthodes de recherche des meilleures décisions peuvent être considérées comme standard. Nous décrivons ces approches en détail ci-dessous.

Tout d'abord, il y a la recherche classique dans laquelle un joueur d'IA tente de simuler le plus grand nombre possible d'états de jeu et choisit ensuite la meilleure des simulations. Cette approche peut être décrite comme de la force brute en ce sens que son but ultime est d'essayer tous les états de jeu possibles et de suivre les décisions qui mènent à la victoire. En pratique, une recherche exhaustive n'est généralement pas possible car même les jeux simples dépassent rapidement la capacité des ordinateurs les plus puissants. Le nombre d'états de jeu raisonnables aux échecs est estimé à environ $10,^{40}$ un nombre bien au-delà de la portée de la simulation informatique. En conséquence, tous les états ne sont pas analysés, mais l'IA se limite à un nombre suffisant de résultats raisonnables. La recherche est quantifiée par deux paramètres clés.

Le *facteur de ramification* mesure le nombre d'actions raisonnables que le joueur adverse peut prendre, compte tenu de la décision en cours. La *profondeur de recherche* définit le nombre d'actions conséquentes simulées. Aux échecs, le facteur d'embranchement typique est d'environ 3, c'est-à-dire que pour chaque coup, 3 réponses sont généralement prises en compte, et une profondeur de 80 coups au maximum. Une fois que la largeur (donnée par le facteur d'embranchement) et la profondeur de recherche maximales sont atteintes, une évaluation personnalisée mesure la qualité du résultat. Un algorithme d'IA commun qui met en œuvre cette approche est la recherche dite AlphaBeta. Il convient de mentionner que les programmes d'échecs publics qui mettent en œuvre l'algorithme AlphaBeta (comme par exemple StockFish) et qui fonctionnent sur un smartphone disponible dans le commerce jouent beaucoup plus fort que le champion du monde d'échecs humain.

Si AlphaBeta est extrêmement efficace dans une situation où le facteur de ramification et la profondeur de recherche ne sont pas trop importants, il échoue rapidement lorsque ces paramètres augmentent. En raison de la nature exponentielle de l'exercice de recherche, même une unité de profondeur supplémentaire multiplie la capacité

Figure 6 : Interface Web du jeu numérisé New Techno War permettant aux joueurs humains de défier les Intelligences Artificielles entraînées spécifiquement pour ce jeu.

requise de l'ordinateur par le facteur de ramification. Par conséquent, ce problème ne peut être résolu en se contentant de choisir de meilleures infrastructures de calcul.

La seconde méthode, plus moderne, de prise de décision dans les jeux, traite explicitement des faiblesses de la recherche AlphaBeta et peut être décrite comme une recherche dirigée. Diverses architectures ont été proposées, mais la configuration de base est la suivante. Deux réseaux neuronaux profonds (Deep Neuronal Network - DNN) sont utilisés pour la prise de décision. Le premier est évaluatif dans le sens où il mesure la qualité des positions. Le second DNN dirige la recherche en estimant les probabilités d'actions raisonnables. Par rapport à AlphaBeta, cette méthode se concentre davantage sur les conséquences probables et pertinentes d'une décision plutôt que de vérifier le plus grand nombre possible. Les algorithmes de recherche de ce type sont résumés sous l'acronyme MCTS (Monte Carlo Tree Search). Ces dernières années, les algorithmes de recherche MCTS ont surpassé la recherche AlphaBeta pour de nombreux jeux, notamment les échecs, le go, le chogi, l'hexagone, et constituent l'état de l'art actuel.

L'intelligence artificielle au service de NTW

Par rapport aux échecs, NTW se caractérise par un facteur de ramification nettement plus important, mais en même temps une profondeur de recherche plus faible. Le facteur de ramification reflète approximativement le nombre d'actions raisonnables. Dans le cas de la NTW, plusieurs types d'actions sont possibles, y compris les coups, les attaques et les actions de réponse. En outre, à chaque tour de NTW, toutes les figures d'un joueur peuvent agir, contrairement aux échecs, où une seule figure se déplace. Ce résultat est un facteur de ramification de 50 à 100 en général. D'autre part, la profondeur de jeu est limitée pour chaque scénario, la profondeur standard étant de 12, ce qui est beaucoup plus petit que pour les échecs.

En raison de l'importance du facteur de ramification, les IA prêtes à l'emploi pour les environnements AlphaBeta ou MCTS ne peuvent être considérées pour NTW qui nécessite donc une approche personnalisée. Une particularité du jeu réside notamment dans la possibilité d'actions de réponse directes à une action de l'adversaire sans attendre le tour suivant, ce qui brise les ordres de mouvement standard des jeux stratégiques décrits ci-dessus. Une IA expérimentale est actuellement mise en œuvre dans l'environnement open source PyTorch (par Facebook). Les expériences sont menées avec plusieurs agents afin de mesurer leurs performances sur NTW. L'agent artificiel peut jouer contre des utilisateurs humains via une interface web (Figure 6).

Un compagnon numérique

Disposant à ce stade de données sur tous les résultats possibles du jeu et des Intelligences Artificielles capables d'y jouer, nous devrions être en mesure d'aider le joueur à prendre la meilleure décision. Nous savons que dans la vie réelle, la situation serait différente, mais nous serions tout de même intéressés de simuler ce que pourrait être un « compagnon numérique » afin de mieux comprendre comment le biais cognitif du joueur apparaît lors du jeu. À cette fin, nous avons développé un simple jeu vidéo de NTW (Figure 7).

Le joueur incarne le soldat sur le terrain. Le défi consiste à reprendre certaines des situations initiales créées pour le jeu de plateau et à transformer le parcours de jeu en un récit pédagogique. Nous voulons ainsi apporter un éclairage supplémentaire aux questions soulevées par l'utilisation des nouvelles technologies.

Ces récits demanderont toujours au joueur de trouver l'utilisation optimale des nouveaux systèmes présents dans NTW : drone, exosquelette, robot de livraison armé et robot de rapatriement des blessés.

Comme les smartphones peuvent déjà être considérés comme nos « compagnons » quotidiens, le jeu est développé pour les appareils Android et Apple.

Principe du jeu

Alors que les situations initiales sont basées sur les missions du jeu de plateau, nous utilisons les données fournies par les simulations multi-agents pour définir un nombre limité de progressions possible (par exemple, chemin de *réussite complet, chemin de réussite mixte*, chemin d'échec). Ces données forment un arbre narratif composé de différentes branches. A chaque nœud, le joueur choisit parmi une liste d'actions celle qu'il souhaite poursuivre.

Un jeu instructif

Lors de la sélection d'une mission, la situation est décrite et accompagnée d'une illustration narrative. Un choix est alors proposé au joueur (par exemple, avancer / activer l'exosquelette / attendre). En fonction du choix, la situation suivante est présentée, suivie à nouveau d'un autre choix. Après avoir répété cette séquence plusieurs fois un résultat de mission est affiché. Le joueur sera d'abord invité à sélectionner (parmi un choix limité) les

raisons qui ont motivé sa décision. Ces données seront envoyées à un service d'analyse en ligne afin d'être interprétées.

Enfin, les choix du joueur seront représentés graphiquement, accompagnés d'un commentaire critique basé sur le parcours idéal. L'objectif est de permettre au joueur de comprendre ses erreurs.

Une fois la mission terminée avec succès, une nouvelle mission sera débloquée et deviendra jouable.

Un compagnon pas toujours fiable

Lors des premières missions, les joueurs/soldats devront prendre des décisions basées sur leur seul jugement. Le compagnon ne sera présent que pour commenter les situations décrites dans le jeu, pour donner des informations globales sur les événements en cours et pour fournir un retour d'information sur la fin du jeu.

Ce n'est qu'après quelques missions que le compagnon commencera à suggérer la voie optimale. Le but de cette mécanique de jeu est d'habituer lentement le joueur à recevoir de l'aide dans son processus décisionnel.

Cependant, pour les dernières missions, le compagnon commencera à suggérer de mauvaises options, ce qui entraînera l'échec de la mission si le joueur la suit. L'approche narrative justifiera cela par un piratage informatique et mettra en avant le fait que votre fidèle compagnon numérique, aussi sympathique et attachant soit-il devenu, peut lui-aussi être soumis à des attaques cybernétiques. Garder l'esprit critique peut sauver votre vie digitale !

Conclusion et vision

Tous les éléments présentés dans cet article interagissent avec pour simple objectif de répondre à la question « Comment puis-je faire l'expérience de quelque chose, si ce quelque chose n'existe pas ? ». Dans le contexte présent, le chose en question est une nouvelle technologie ou un produit résultant de l'intégration de celle-ci.

En parallèle à l'identification de ces technologies et au suivi de leurs évolutions, il incombe également à la prospective de tenter d'expliquer les conséquences et implications de l'utilisation de celles-ci. Permettre à la personne intéressée de se projeter dans le futur par l'intermédiaire du jeu sérieux favorise la compréhension de ce que permettraient ces nouveaux produits.

Le passage au format digital rend possible l'utilisation de d'intelligences artificielles fournissant au joueur la prise de connaissance de nouvelles options tout en le rendant attentif à ses biais cognitifs potentiels et aux risques qu'ils occasionnent.

Comme ces quelques pages en témoignent, nous sommes au début de cette aventure et des efforts sont encore nécessaires dans de nombreuses directions avant de pouvoir généraliser certaines conclusions et valider certaines intuitions. Le voyage s'annonce passionnant et prometteur dans ce qui se présente comme la construction d'un écosystème physique et numérique de prospective technologique dont les interactions entre les deux mondes permettent de mieux comprendre et anticiper ce que les nouvelles technologies nous réservent.

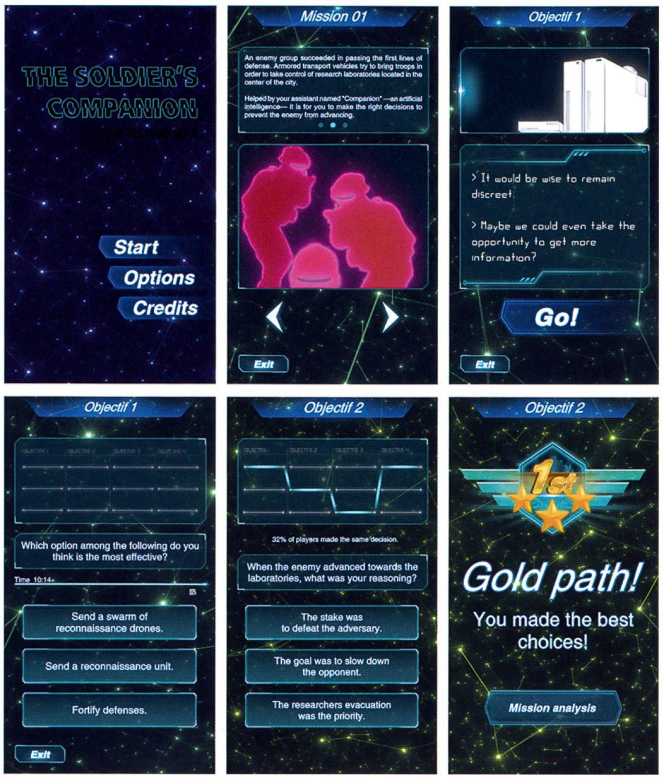

Figure 7 : Copies d'écran du jeu vidéo « Le compagnon du soldat » se focalisant sur l'aide à la décision et l'interface homme-machine et considérant les mêmes scénarios que ceux utilisés dans le jeu de plateau.

Restez à l'écoute...

Q. L. & M. R.

La rédaction de cet article a été rendue possible grâce au travail et aux contributions des personnes suivantes : « New Techno War » par Helvetia Games SA (Pierre-Yves Franzetti); simulations multi-agents par Scensei GmbH (Armano Geller, Maciej M. Latek) ; Intelligence Artificielle par l'Istituto Dalle Molle di Studi sul'Intelligenza Artificiale (Oleg Szehr, Claudio Bonesana et Alessandro Antonucci) ; Jeu Vidéo « The Soldier's Companion » par Oni3 SNC (Matthieu Pellet, Seiko Annie Rubattel et Nicolas Schluchter)

Liens :
deftech.ch - prospective technologique
siCherheitsforschung.ch - recherche auprès d'armasuisse S+T
armasuisse.ch/wt - armasuisse Sciences + Technologies

Never Home

CAESAR®

The Caesar® artillery system in Mali

Photo credits: ©ECPAD/France/A.Roine

CREATING REFERENCES IN DEFENSE

nexter
A COMPANY OF
KNDS