

Um sistema de Apoio a Decisão Baseado em MiniMax para um Jogo de Estratégia em Administração Rural

Heber Fernandes Amaral
Universidade Federal de Viçosa
Campus Universitario s/n
Viçosa-MG – Brasil CEP 36570-000
55 31 3899-2200
heberfa@gmail.com

Alex F. V. Machado
Instituto Federal de Educação, Ciência
e Tecnologia do Sudeste de Minas
Gerais - Câmpus Rio Pomba
Av. Dr. José Sebastião da Paixão s/nº
- Bairro Lindo Vale - Rio Pomba / MG -
CEP: 36180-000
55 32 3571-5700
alexcataguases@hotmail.com

José Luis Braga
Universidade Federal de Viçosa
Campus Universitario s/n
Viçosa-MG – Brasil CEP 36570-000
55 31 3899-2200
zeluis@dpi.ufv.br

ABSTRACT

Educational games are important tools to assist the process of teaching and learning as they allow simulating concepts in a virtual environment and foster collaboration and communication among students. The farm management education is a subject where you can explore games as teaching tools, due to its complexity. This paper proposes a system to help educational games designed to teach farm management using a minimax tree to generate tips to the player.

RESUMO

Jogos educativos são ferramentas importantes para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem, pois permitem simular conceitos em um ambiente virtual e promover a colaboração e a comunicação entre os alunos. O ensino de administração rural é uma área onde se podem explorar jogos como ferramentas de ensino, devido a sua complexidade. Este artigo propõe um sistema de ajuda para jogos educacionais destinados a ensinar administração rural utilizando de uma árvore minimax para gerar dicas para o jogador.

Categories and Subject Descriptors

K.3.1 [Computers and Education]: Computer Uses in Education

General Terms

Algorithms, Documentation, Performance, Design, Experimentation.

Keywords

Minimax, Educational game, Simulation, Strategy, Help system

1. INTRODUÇÃO

Jogos educacionais têm o potencial de fornecer experiência motivadora de aprendizagem, além de ajudarem a dar sentido à experiência e organizar o conhecimento, despertando habilidades para resolução de problemas e aumentando a motivação. Permitem ainda que ocorra um processo de aprendizagem não intencional, por meio de uma experiência envolvente e atraente, em que quem aprende é visto como participante ativo na construção de seu próprio conhecimento [3].

Além das vantagens citadas acima, de acordo com Possa [2], os “Nativos Digitais” jogaram muitos jogos eletrônicos na infância e sabem como lidar com uma grande quantidade de

informação de forma rápida, usando caminhos alternativos para obter informações. Esta nova geração prefere fazer várias coisas simultaneamente usando vários caminhos para uma mesma meta, em vez de fazer uma coisa de cada vez seguindo passos sequenciais. Eles preferem ser ativos, aprender através de tentativa e erro, e descobrir coisas por conta própria ao invés de ler e ouvir. Eles querem ser tratados como “criadores e fazedores”, em vez de “receptáculos a serem preenchidos com conteúdo”.

Diante das características dos jogos educacionais e dos problemas encontrados nos métodos tradicionais de ensino, as instituições de ensino e também as organizações em todos os seus níveis, poderão tirar proveito das potencialidades dos jogos educacionais. Um tipo de empresa em que os jogos educacionais são úteis são as microempresas rurais, uma vez que elas estão inseridas em um ambiente com muitas variáveis [4] dinâmicas, a maioria delas relacionadas com risco. Outro motivo que vale ressaltar é a percepção de que no meio rural são infinitas as formas de gestão por diversas razões, como por exemplo, visão estreita do negócio, aplicação de forma de gestão de grande para pequena empresa, entre outros. Tais diferenças ocasionam resultados muito diferentes se compararmos propriedades de mesmo porte e com recursos similares [1]. Os jogos educacionais podem auxiliar na simulação de um ambiente de uma microempresa e serem usados no treinamento de futuros administradores de fazendas, para que os riscos de decisões sejam minimizados, melhorando os resultados econômicos das empresas. As simulações tornaram-se também ferramentas importantes para a administração da empresa rural, podendo auxiliar na avaliação do impacto de adoção de novas tecnologias, intervenções políticas e as mudanças climáticas em sistemas agrícolas [4].

A partir do que foi citado acima se desenvolveu um jogo de estratégia para auxiliar no aprendizado de administração rural. Nesse jogo o jogador tem que administrar um limitado grupo de recursos tentando atingir uma maior lucratividade em sua fazenda. E para melhorar o aprendizado dos jogadores foi implantado um sistema de ajuda de forma a auxiliar o jogador a toma a melhor decisão utilizando-se de algoritmos de inteligência artificial.

Portanto, o objetivo desse artigo é propor um algoritmo de inteligência artificial para ajudar os jogadores em seu processo de aprendizado.

Este trabalho foi dividido em seis seções. Na presente seção é feita a introdução e é levantada a problemática do trabalho aqui apresentado. Na seção 2 é apresentado trabalhos correlatos.

Na seção 3 e é apresentada a arquitetura do jogo educacional utilizado. Na seção 4 é proposto a arquitetura do sistema de ajuda. Na seção 5 é apresentada aplicação do sistema proposto na seção 4. Por fim, na seção 6 são apresentadas as conclusões.

2. TRABALHOS CORRELATOS

Cunha e Chaimowicz em An Artificial Intelligence system to help the player of Real-Time Strategy games (2010) [10] elaborarão um sistema de ajuda ao jogador usando inteligência artificial. O trabalho de Cunha e Chaimowicz difere do atual trabalho por terem trabalhado em um jogo de estratégia em tempo real não educativo. Outro trabalho correlato o de Mishra e Ram em Case-Based Planning and Execution for Real-Time Strategy Games (2007) [11] onde o autores desenvolveram um sistema ia de planejamento de joga para um jogo de estratégia em tempo real. A diferença aqui é mais uma vez que se trata um jogo de estratégia em tempo real e não educativo. O atual trabalho trata de um jogo de estratégia por turnos e as dicas possuem um fundo educativo.

3. JOGOS EDUCACIONAIS

Esta seção apresenta o jogo de Simulação e Estratégia, mostrando como foi desenvolvido. O jogo é projetado para propagar o conhecimento de Administração Rural: o jogador deverá decidir quais atividades agrícolas implantar e quanto de área deve ser disponibilizada para cada atividade escolhida. Cada atividade possui características diferentes com relação à lucratividade e tempo de retorno e demandas de recursos, como benfeitorias, máquinas, mão de obra, capital e insumos para atender a cada unidade de área que o jogador decidir implantar. O jogador deverá desenvolver as atividades de forma a acumular o máximo de capital.

No mundo do jogo, uma fazenda com sua área disponível para plantio é apresentada para o jogador e um menu com as atividade disponíveis para serem implementadas. Na parte superior da tela são exibidos os recursos disponíveis para serem usados, de forma que o jogador se sinta como um verdadeiro fazendeiro diante de seus recursos e de suas possibilidades, tendo que resolver o que plantar, quando e quanto, como pode ser visto na Figura 1. No canto superior direito encontramos o botão Dica que serve para auxiliar o jogador em suas decisões. Assim temos todas as metáforas necessárias para abordar o conteúdo pedagógico do jogo.

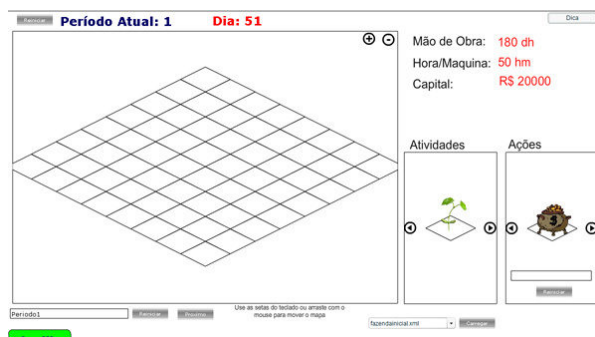


Figura 1 - Tela do jogo de Administração Rural.

O jogo se inicia como mostra a Figura 1, indicando no canto superior esquerdo “Período Atual 1” o que significa primeiro ano de simulação, cada período equivale a um ano e as decisões são tomadas ano a ano. No canto superior direito temos os recursos disponíveis para as tomadas de decisão: 180dh (cento e oitenta dias homens) de mão de obra, 50 hm (cinquenta horas

máquina) disponíveis para uso de máquinas e R\$ 20.000,00 (vinte mil reais) disponíveis para o custeio do plantio e 25 ha (vinte e cinco hectares).

Para se tomar as decisões para este período é preciso selecionar a atividade no menu de atividades no lado esquerdo da Figura 1 e digitar o valor que se deseja plantar dessa atividade e clicar em Registra. Porém, antes de tomar essa decisão deve-se levar em conta os coeficientes técnicos de cada cultura, ou seja, o que cada cultura gasta de recursos para cada hectare plantado. Os valores usados pelo jogo nesse exemplo estão na Tabela 1, extraídos da literatura técnica da área.

Tabela 1 - Recursos utilizados e receita produzida por cada cultura no jogo.

Atividade	Custo/há (R\$)	Mão de Obra/ha (dh)	Maquinas/há (hm)	Receita líquida / há (R\$)
Milho	700,00	1	6	2700,00
Feijão	2000,00	24	25	3000,00
Alface	4000,00	600	100	12000,00

Fonte: Extraídos de [5] e [6]

Porem a tabela acima é apenas uma estimativa, pois todos estes coeficientes podem variar de acordo com o modelo de clima programado no jogo. O jogo simula o clima para cada dia. Sendo que cada atividade possui modelos que usam as variáveis de clima para calcular os coeficientes técnicos em tempo real. Dessa forma os coeficientes podem sofrer variações dependendo do clima.

Para simplificar a simulação o modelo de produtividade baseado no clima tem apenas duas variáveis aleatórias que são a temperatura e a quantidade de chuvas. Cada dia o programa simula uma quantidade de chuva e temperatura. Para que tudo ocorra bem é necessário que esses valores estejam de acordo com a tabela 2.

Tabela 2 - Coeficientes climaticos das atividades

Atividade	Temperatura	Pluviometria
Milho	10°C a 30°C	5 a 10 mm/dia
Feijão	15 a 21°	5 a 10 mm/dia
Alface	15 a 21°	indiferente

Fonte: Extraídos de [6]

No jogo também é possível contratar mais mão de obra, adquirir empréstimo de capital e alugar máquinas. Tudo isso no menu Ações, basta selecionar a ação, digitar o valor desejado e clicar em registrar, o custo de cada ação dessas está na Tabela 3.

Tabela 3 - Custo de cada ação

Ações	Custo
Contratação de Mão de Obra	R\$ 50,00 dh
Empréstimo de Capital	5,5% a.a.
Aluguel de Máquinas	R\$ 100,00 hm

Fonte: Extraídos de [7] e [8]

Ao finalizar cada período o jogo soma os resultados dos plantios atuais no capital disponível, caso uma atividade plantada demore mais do que um período para dar resultados, como por

exemplo, eucalipto ou frutas de pomar, somente ao final de todo os períodos necessários é que o valor é creditado no capital disponível.

4. MODELAGEM DO SISTEMA DE AJUDA.

Como pôde ser visto na seção anterior é muito difícil prever o que pode acontecer no jogo, devido à incerteza do resultado, pois o clima e ocorrência de pragas são aleatórios. Mas se encaramos as ocorrências de pragas e o clima como um adversário em um jogo de perde-ganha. Sendo que se o sistema falir a fazenda do jogador o sistema ganha porem se o jogador jogar todas as rodadas e acumular dinheiro o jogador vence.

Sendo assim, segundo Russel e Norvig (2003) [9] para os casos de jogos perde-ganha (soma-zero) existe as árvores de decisão Minimax que pode ser pensada como a maximização do ganho mínimo. Ou seja encontra a melhor solução se o pior caso acontecer. Poderemos aplicar nesse caso uma árvore de decisão Minimax para auxiliar as decisões do jogador dando a melhor solução caso haja ocorrência de praga e um clima ruim.

De posse dessas informações partiu-se para implementação da árvore de decisão Minimax. Assim segundo Russel e Norvig (2003)[9] se aplica especialmente na busca em árvores de jogo para determinar qual a melhor jogada para o jogador atual. O algoritmo se baseia no princípio de que em cada jogada, o jogador irá escolher o melhor movimento possível. A árvore de decisão é composta de todas as jogadas possíveis para o jogador atual como nós filhos da raiz, e todas as jogadas disponíveis para o próximo jogador como filhas destes nós e assim por diante, até o nível que se desejar. Cada ramificação da árvore representa um movimento que o jogador pode fazer em tal momento do jogo. Uma busca mais profunda na árvore fornece mais informações sobre as possíveis vantagens ou armadilhas e portanto resulta em uma jogada melhor.

O Minimax faz uma busca que determina todas as possíveis continuações do jogo até o nível desejado, avaliando e atribuindo um valor a cada movimento possível. A busca então retorna na árvore de jogo alternando entre escolher o valor mais alto e o valor mais baixo entre os valores da jogadas em um nível.

Segue abaixo o algoritmo desenvolvido:

```
BestDecision (GameBoard game, Ingerger endturn, best_decision)
{
  if (endturn <= 0) {
    return game.capital;
  }
  else {
    best_capital <- 0;
    decisions <- GenerateDecisions(game);
    ForEach decisions {
      GameBoard newgame = ApplyDecision(game, decision)
      capital <- WorseWeather (newgame, endturn-1, best_decision);
      capital <- capital * (1+ decision.numativ*0.05);
      if (capital > best_capital) {
        best_capital <- capital;
        best_decision <- decision;
      }
    }
  }
}
```

```

}
}
}
}
WorseWeather (GameBoard game, Ingerger endturn, best_decision) {
  worse_capital <- 0;
  weathers <- GenerateWeather();
  ForEach weathers {
    GameBoard newgame = ApplyWeather(game, weather)
    capital <- BestDecision(newgame, endturn, best_decision);
    if (capital < worse_capital) {
      worse_capital <- capital;
    }
  }
  return worse_capital;
}
```

No caso atual consideraram-se apenas três tipos de clima, mostrados na Tabela 4, de forma a simplificar a geração da árvore e facilitar a análise dos resultados para o presente trabalho.

O algoritmo acima inicia chamando BestDecision que gera todas as jogadas possíveis e para cada jogada gerada chama WorseWeather que gera todos os climas possíveis e para cada clima gerado chama BestDecision e assim sucessivamente até chegar no ultimo turno do jogo. No ultimo turno BestDecision retorna para a instancia de WorseWeather que o chamou o capital acumulado durante as jogadas. WorseWeather por sua vez retorna menor capital recebido de todas as chamadas que fez de BestDecision como forma de minimização da jogada do oponente para a instancia de BestDecision que o chamou. BestDecision retorna o maior capital recebido de todas instancias WorseWeather que chamou e salva a decisão que gerou esse capital na variável best_decision. E assim sucessivamente até desempilhar todas chamadas recursivas. Ficando no final com a decisão que gerou a maior quantidade de capital

Na Figura 2 podemos ver uma árvore gerada pelo algoritmo e na Tabela 4 temos os climas usados na simulação.

Tabela 4 - Climas usados na simulação

Nome	Clima
Clima 0	Temperatura media 30°C Precipitação media diária 0 mm/dia
Clima 1	Temperatura media 20°C Precipitação media diária 3 mm/dia
Clima 2	Temperatura media 25°C Precipitação media diária 5 mm/dia

Fonte: Fonte: Desenvolvido pelo autor.

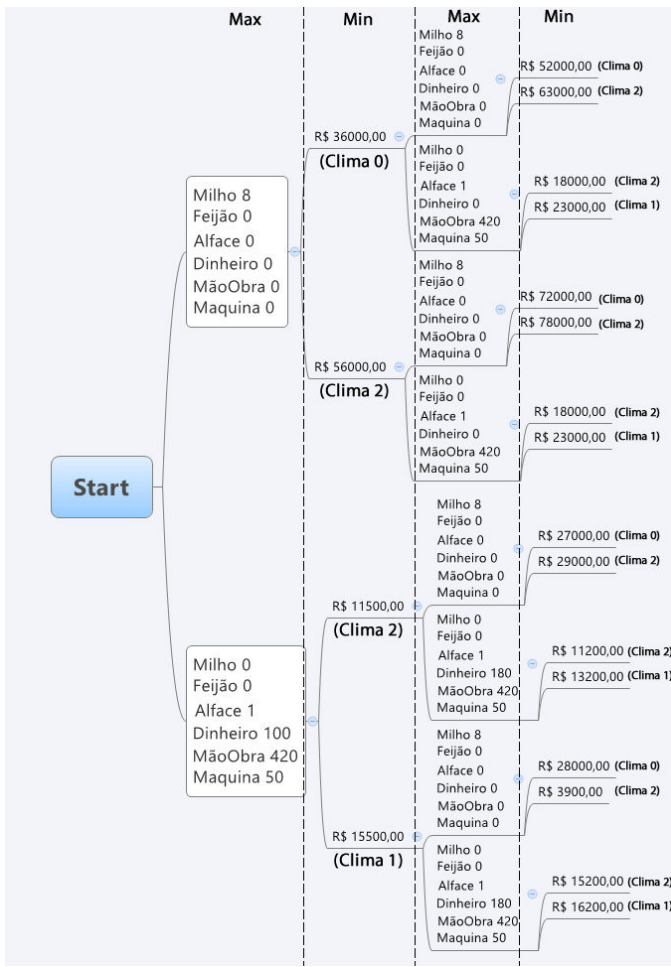


Figura 2 Árvore minimax gerada. Fonte: Fonte: Desenvolvido pelo autor.

A Figura 2 para o atual trabalho foi simplificada, pois o algoritmo minimax gera mais de 10 folhas por nível da árvore minimax.

5. RESULTADOS

Ao clicar no botão Dica no canto superior da tela como mostra a Figura 3 podemos ver o sistema descrito na seção 4 funcionando. Onde a tela Dica mostra a solução encontrada pelo algoritmo minimax para aquela jogada.

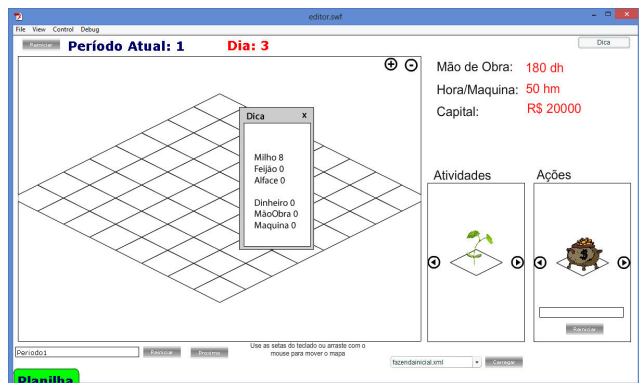


Figura 3 – Exemplo da função dica Fonte: Fonte: Desenvolvido pelo autor..

6. CONCLUSÕES

Com tudo podemos dizer que um algoritmo baseado na árvore Minimax pode ser usado para gerar dicas em jogos de estratégia educacionais como facilitador do aprendizado aumentado assim o potencial que os Jogos educativos têm de fornecer experiência motivadora de aprendizagem para o aluno, além de ajudar a dar sentido à experiência e organizar o conhecimento, despertando habilidades para resolução de problemas.

Como o algoritmo minimax gera mais de 10 folhas por nível da árvore, consumindo muito tempo de processamento, pretende-se em trabalhos futuros implementar alterações no algoritmo que permita não gerar folhas não promissoras na árvore de decisão.

Ainda pretende-se usar o jogo com alunos de graduação para levantar dados que avaliem a eficácia do jogo e da função de ajuda discutida no presente trabalho.

7. REFERENCIAS

- [1] KAY, Ronald D. Farm management, planing, control and implementation. [S.l.], 1981.
- [2] POSSA, Rodrigo. Um estudo sobre os requisitos de jogos de simulação usados no ensino de engenharia de software. 2011. Dissertação (Mestrado em...) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2011.
- [3] RANIA Hodhod, Paul Cairns; DANIEL, Kudenko. Innovative integrated architecture for educational games: Challenges and Merits. [S.l. : s.n.t.].
- [4] SCHREINEMACHERS, P., BERGER, T. , An agent-based simulation model of human e environment interactions in agricultural systems. Environmental Modelling & Software, doi:10.1016/j.envsoft.2011.02.004; S. 845-859
- [5] REZENDE BLA; CECÍLIO FILHO AB; MARTINS MIEG; COSTA CC; FELTRIM AL. 2005b. Viabilidade econômica das culturas de pimentão, repolho, alface, rabanete e rúcula em cultivo consorciado. Informações Econômicas 35: 22-37.
- [6] Embrapa Hortaliças Sistemas de Produção, 2 ISSN 1678-880x Versão Eletrônica Nov./2007 Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>
- [7] Portal do governo do estado de São Paulo at: <http://www.iea.sp.gov.br/out/precos/cus-maq0704.php> [Acessado: 20 Novembro de 2012]
- [8] Banco do Brasil , Credito Rural at: <http://www.bb.com.br> [Acessado: 20 Novembro de 2012]
- [9] Stuart J. Russell , Peter Norvig, Artificial Intelligence: A Modern Approach, Pearson Education, 2003
- [10] Renato Luiz de Freitas Cunha, Luiz Chaimowicz. An Artificial Intelligence System to Help the Player of Real-Time Strategy Games. SBGAMES '10 Proceedings of the 2010 Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment, 2010
- [11] Santiago Ontañón , Kinshuk Mishra , Neha Sugandh , Ashwin Ram, Case-Based Planning and Execution for Real-Time Strategy Games, Proceedings of the 7th international conference on Case-Based Reasoning: Case-Based Reasoning Research and Development, August 13-16, 2007, Belfast, Northern Ireland, UK [doi>10.1007/978-3-540-74141-1_12]