

An Infrastructure for Gameplay Gathering and Analysis with Provenance



Introdução
Captura de Dados
Visualização de Grafos
Resumo da Proveniência
Localização e Correção de Falhas
Conclusão

INTRODUÇÃO

Game Analytics

- Coleta de dados
 - Importante aspecto
 - Indústria de jogos
- Métodos automáticos
 - Ações
 - Eventos
 - Interface
 - Técnicos
- Análise de dados
 - Mineração de dados
 - Visualização de dados
 - Aprendizado de máquina



Game Analytics

■ Validação e refinamento

- Detectar problemas

(DRACHEN, ANDERS; CANOSSA, 2009b; GAGNÉ *et al.*, 2012; THOMPSON, CLIVE, 2007)

- Calibrar mecânicas

(MISSURA; GÄRTNER, 2009; PEDERSEN *et al.*, 2010; YANNAKAKIS; HALLAM, 2008)

■ Analisar comportamento

- Entender jogadores

(DEROSA, 2007; DRACHEN, A. *et al.*, 2012; MOURA *et al.*, 2011)

- Descobrir padrões

(DRACHEN, ANDERS; CANOSSA, 2009b)

- Identificar perfis

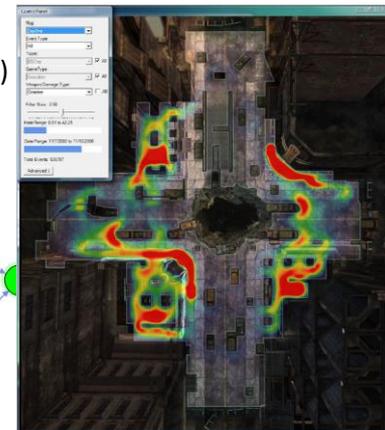
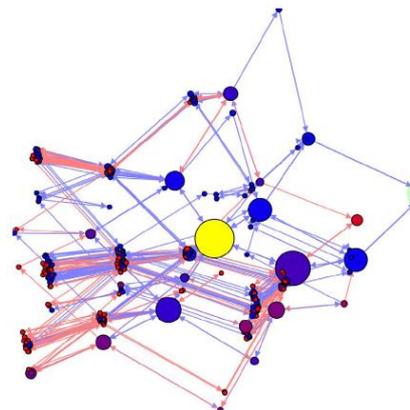
(DRACHEN, A. *et al.*, 2009; DRACHEN, ANDERS *et al.*, 2013; DRACHEN, ANDERS; CANOSSA, 2011)

■ Limitações

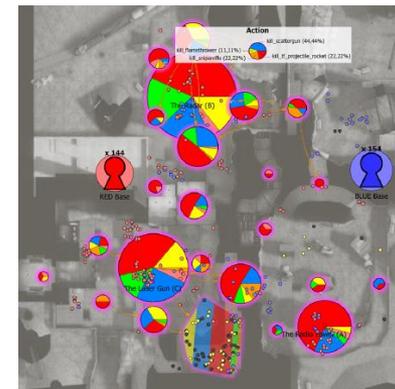
- Visualização dos dados

- Coleta dos dados

Playtracer (LIU *et al.*, 2011)



Heat Map (SCHOENBLUM, 2010)



Play-Graph (WALLNER, 2013)

Problemas/Desafios

- Problemas
 - Detectar e extrair causa e efeito
 - Influencias, consequências
 - Sobrecarga de informação

- Desafios
 - Visualizar dados de jogos
 - Entender o resultado obtido

Hipótese de Pesquisa

A utilização de proveniência aplicada no domínio de jogos permite compreender os objetivos alcançados durante as sessões de jogos?

Contribuições

1. **Framework de captura** e gerenciamento de dados de proveniência
2. **Métodos de visualização** de grafos de proveniência para análise exploratória
3. **Resumo de proveniência** por semelhança entre vizinhos
4. **Depuração** usando grafos de proveniência

Introdução
Captura de Dados
Visualização de Grafos
Resumo da Proveniência
Localização e Correção de Falhas
Conclusão

CAPTURA DE DADOS

SBGames Best Paper, 2017

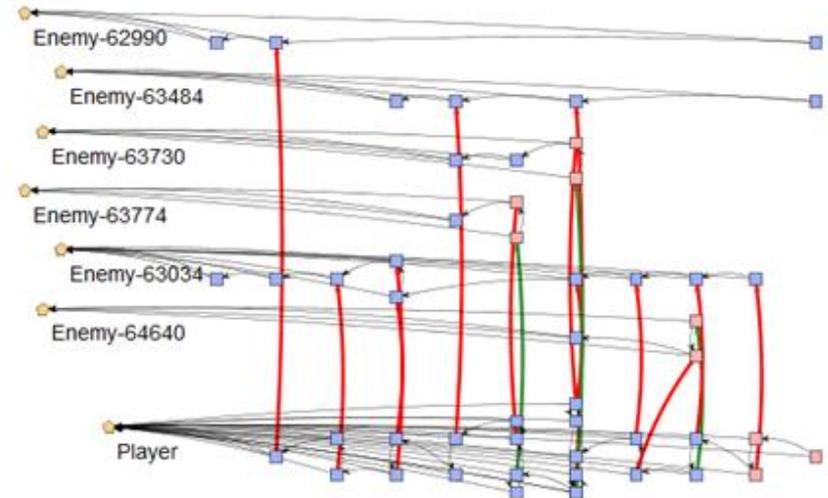
Captura de Dados

- Captura de dados de sessão
 - Muito importante!
 - Diversos benefícios
- Relações causais!?!
 - Não são capturadas
 - Inferidas por analistas
 - Como capturar?



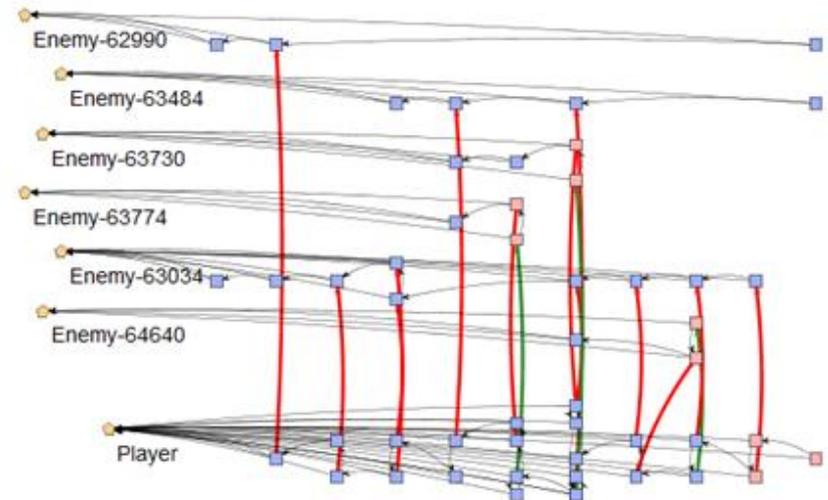
Proveniência em Jogos

- Trabalho de mestrado
- Framework conceitual
(KOHWALTER *et al.*, 2012)
- Mapeamento de domínio
 - Proveniência para jogos
 - **Primeiro trabalho que trouxe proveniência**
- Coleta de dados
 - Proveniência
 - Relações causais



Proveniência em Jogos

- Limitações
 - Adaptar modelo
 - Instanciação manual
 - Criar estrutura de dados
 - Implementar coleta
 - Gerenciar informação



PinGU

- Independente de domínio
- Solução de baixo acoplamento
- Componente provê captura de proveniência
 - Telemetria com as relações causais
- Exige codificação mínima no jogo
 - Integração facilitada

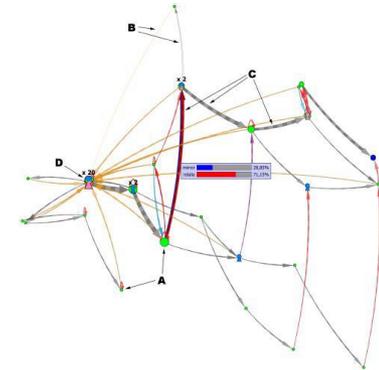
Introdução
Captura de Dados
Visualização de Grafos
Resumo da Proveniência
Localização e Correção de Falhas
Conclusão

VISUALIZAÇÃO DE GRAFOS

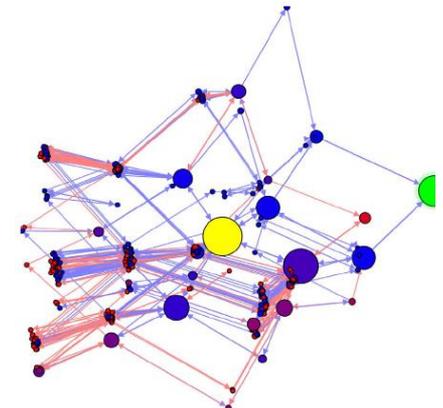
International Provenance and Annotation Workshop (IPAW), 2016

Visualização de Grafos

- Visualização de dados
 - Análise Exploratória
 - Facilita entendimento dos dados
- Ferramentas existentes
 - Pouca interatividade
 - Recursos limitados
 - Visualizações estáticas



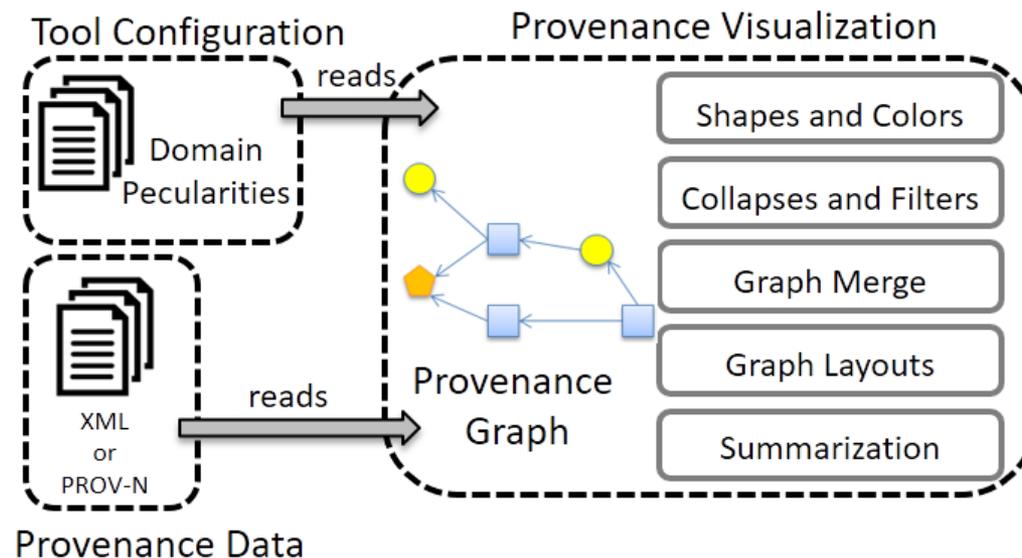
Play-Graph (WALLNER 2013)



Playtracer (LIU *et al.*, 2011)

Prov Viewer

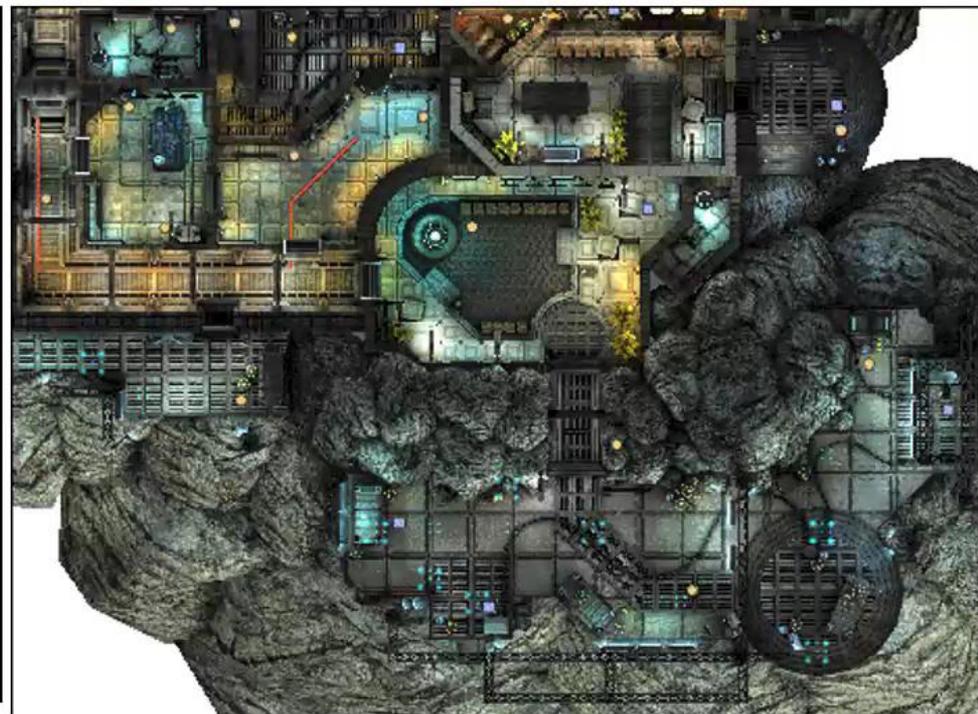
- Ferramenta interativa para grafos de proveniência



Estudo de Caso

- Angry Bots

<https://www.assetstore.unity3d.com/en/#!/content/12175>

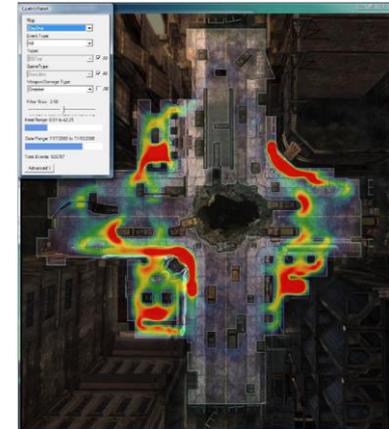


Introdução
Captura de Dados
Visualização de Grafos
Resumo da Proveniência
Localização e Correção de Falhas
Conclusão

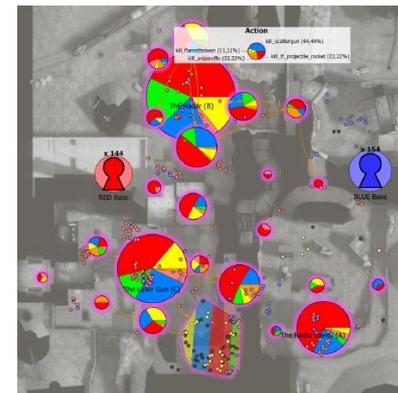
RESUMO DA PROVENIÊNCIA

Resumo da Proveniência

- Dados de sessões de jogos
 - Podem ser imensos
 - Muita informação para analisar
 - Difícil compreensão
- Métodos atuais
 - Amostragem
 - Clusterização por densidade
 - Não preserva semântica temporal

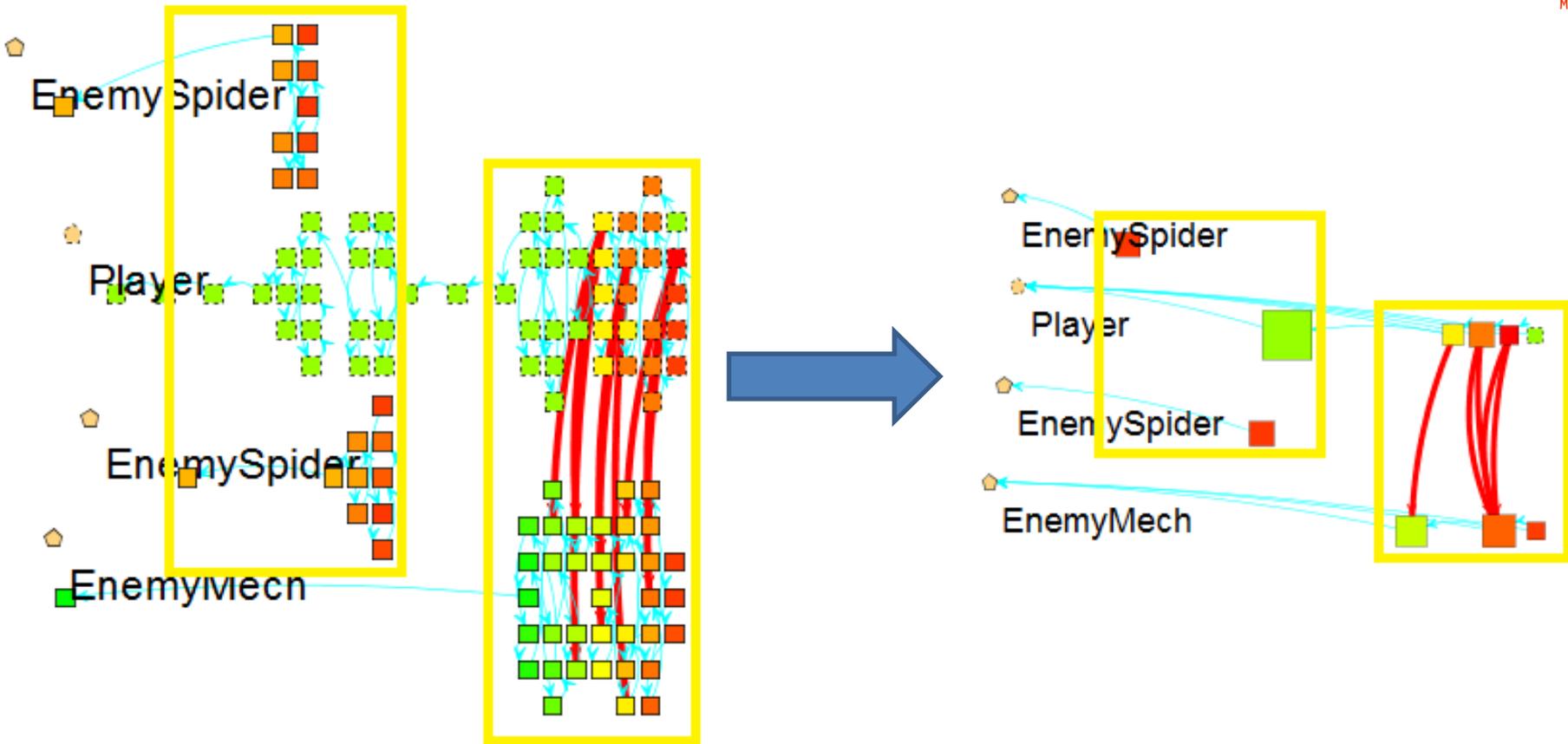


Heat Map (SCHOENBLUM , 2010)



Play-Graph (WALLNER, 2013)

Colapso por Similaridade



Colapso por Similaridade

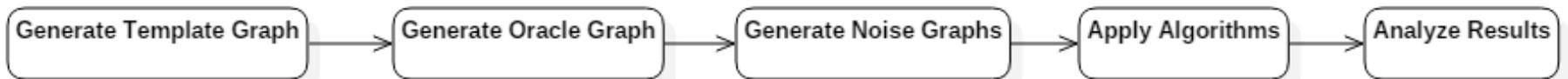
- Baseados no algoritmo de clusterização por densidade DBSCAN
 - **IC: Inter-Cluster verification**
 - Compara com o elemento mais distante do cluster
 - **VE: Variable Epsilon**
 - Epsilon é sempre recalculado quando um novo elemento é inserido
 - **ICVE: Inter-Cluster verification + Variable Epsilon**

Metodologia Experimental

Questão de Pesquisa:

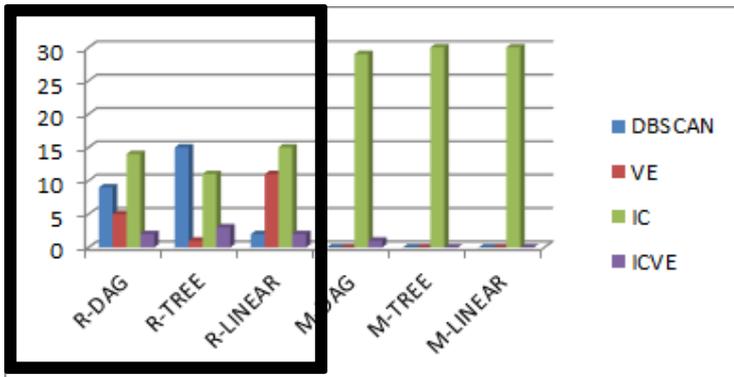
Qual tipo de resumo por similaridade é um método eficaz para reduzir as informações a serem analisadas?

- Dois experimentos
 - Automático
 - Juízes
- Comparar algoritmos com DBSCAN
 - IC
 - VE
 - ICVE
- Grafos
 - Linear
 - Grafo acíclico e dirigido (DAG)
 - Árvore
- Ruído
 - Randômico
 - Monotônico

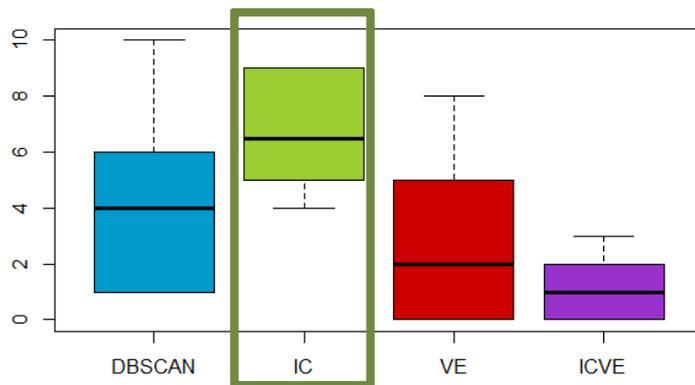


Resultados Experimentais

Algoritmo IC forneceu melhores resultados em grafos de proveniência



Randomic Vote Count



Experimento com Juízes

Noise	Type	Linear	DAG	Tree
Random*		<u>IC</u>	<u>IC</u>	<u>DBSCAN</u>
		<u>VE</u>	<u>DBSCAN</u>	<u>IC</u>
Monotonic		IC	IC	IC

*Não tem dados estatísticos suficientes

Experimento Automático

Noise	Type	Linear	DAG	Tree
Random		ICVE	<u>IC</u>	ICVE
		IC	<u>ICVE</u>	IC
Monotonic		IC	IC	IC
		DBSCAN	DBSCAN	DBSCAN

Introdução
Captura de Dados
Visualização de Grafos
Resumo da Proveniência
Localização e Correção de Falhas
Conclusão

LOCALIZAÇÃO E CORREÇÃO DE FALHAS

Localização e Correção de Falhas

- Analisar múltiplas sessões
 - Comparar resultados

- Identificar discrepâncias
 - Por quê não alcançou o objetivo?
 - Qual o motivo de ter tido resultado melhor?

Prov-DIFF

- Como?
 - Comparar com quem alcançou!

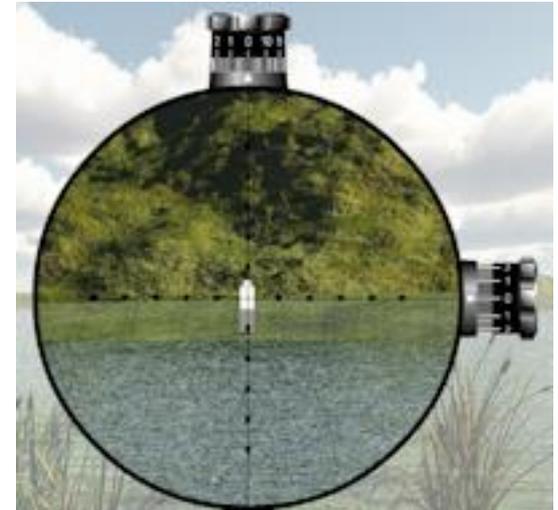
- Passos:
 - Gerar grafo unificado
 - Heurística de correspondência
 - Similaridade de vértices
 - Combinação de grafos (Merge)
 - DIFF de grafos
 - Comparação por DIFF

Avaliação

Questão de Pesquisa:

O método proposto é capaz de identificar as causas que poderiam ter levado ao fracasso ao tentar alcançar os objetivos?

- Simulação de tiro ao alvo
 - Equação de movimento de projétil
 - 9 parâmetros de entrada
 - Valores randômicos usando distribuição gaussiana
- 300 Grafos de proveniência gerados
 - 15 competidores
 - 20 tiros cada
- Objetivo
 - Acertar o alvo = “OK”
 - Errar o alvo = “Não OK”
- Para cada grafo “Não OK”
 - Determinar a causa (DIFF)
 - Aplicar correção
 - Verificar se virou “OK”

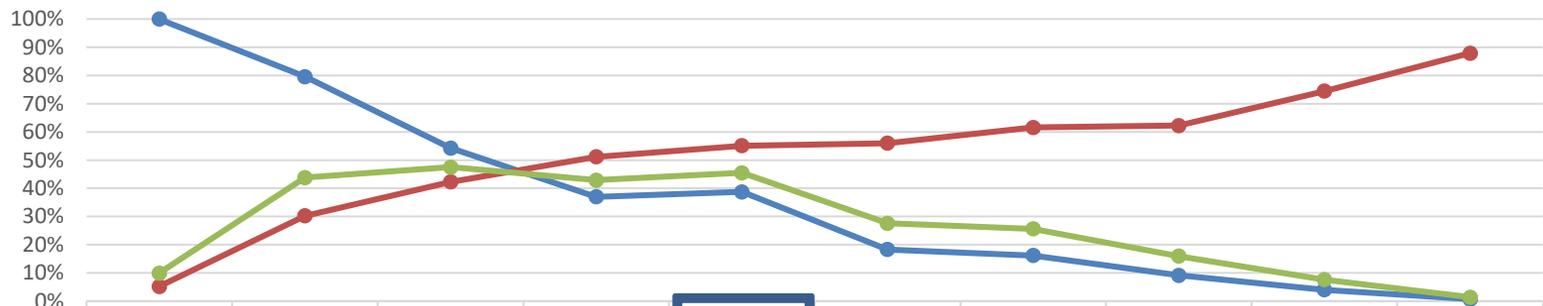


Avaliação

■ Variáveis dependentes

- Acurácia: Detectou corretamente a falha
- Retenção: Preservou vértices
- Média harmônica: Desempenho geral levando em conta acurácia e retenção.

Results



	0-Sigma	0.25-Sigma	0.5-Sigma	0.75-Sigma	1-Sigma	1.25-Sigma	1.5-Sigma	1.75-Sigma	2-Sigma	3-Sigma
Accuracy	100%	80%	54%	37%	39%	18%	16%	9%	4%	1%
Retention	5%	30%	42%	51%	55%	56%	62%	62%	74%	88%
Harmonic mean	10%	44%	48%	43%	45%	28%	26%	16%	8%	1%

Introdução
Captura de Dados
Visualização de Grafos
Resumo da Proveniência
Localização e Correção de Falhas
Conclusão

CONCLUSÃO

Contribuições

- Framework de coleta
 - **PinGU**
- Ferramenta interativa de visualização
 - **Prov Viewer**
- Técnicas para resumir proveniência
 - **IC, VE, ICVE**
- Técnica de comparação de grafos
 - **Prov-DIFF**

Contribuições

- Riqueza de dados de proveniência
 - Permite análises mais profundas
 - Oferece visualizações mais complexas do que o simples uso de métricas
- Grafo pode ser usado para:
 - Técnicas de mineração de dados para extrair conhecimento
 - Análise exploratória de forma dinâmica e interativa
- Abordagem proposta também suporta a análise de várias sessões de jogo
 - Gera um grafo resumido de proveniência
 - Pode ser usado para entender os motivos que levaram a diferentes resultados
 - Detecta as diferenças entre as sessões de jogo
- Embora a principal aplicação de proveniência neste trabalho seja para jogos...
 - Conceitos discutidos ao longo da tese podem ser usados em outros domínios
- **Experimentos científicos**
 - **Visualizar** a proveniência do experimento
 - **Depurar** o experimento para **identificar problemas** e entender os resultados obtidos

Contribuições

- Nova linha de pesquisa para a área de jogos
- Vantagens oferecidas por essa nova linha de pesquisa já culminaram em novos estudos e está sendo aplicado em projetos de pesquisa relacionados a:
 1. Balanceamento dinâmico de conteúdo em jogos;
 2. Reprodutibilidade das sessões;
 3. Uso do grafo de proveniência no aprendizado de máquina para gerar agentes autônomos e detectar padrões;
 4. Visualizações e resumos dos dados coletados para análise exploratória;
 5. Depuração do desempenho dos jogadores;
 6. Análises preditivas e probabilísticas em jogos.
- **Melhor tese do Programa de Pós-Graduação em Computação/UFF defendida em 2018**
- **Menção honrosa no prêmio CAPES de Tese Edição 2019 na área de computação**

Publicações

- Artigos aceito/publicado em periódico:
 - MELO, SIDNEY ARAUJO ; PAES, ALINE ; CLUA, ESTEBAN ; **KOHWALTER, TROY C.** ; MURTA, LEONARDO . Detecting long-range cause-effect relationships in game provenance graphs with graph-based representation learning. **ENTERTAINMENT COMPUTING**, 2019.
 - **KOHWALTER, T. C.**; MURTA, LEONARDO G. P.; CLUA, ESTEBAN W. G. Filtering Irrelevant Sequential Data out of Game Session Telemetry through Similarity Collapses. **Future Generation Computer Systems - The International Journal of eScience**, 2018.
 - **KOHWALTER, T. C.**; FIGUEIRA, F. M. A. ; SERDEIRO, E. A. L. ; SILVA JUNIOR, J. R. ; **MURTA, L. G. P.** ; CLUA, E. W. G. . Understanding Game Sessions through Provenance. **ENTERTAINMENT COMPUTING**, 2018.
- Artigos publicados em conferencias:
 - **KOHWALTER, Troy**; CLUA, Esteban; MURTA, Leonardo. Reinforcing Software Engineering Learning through Provenance. **Brazilian Symposium on Software Engineering (SBES)**, p. 131–140, set. 2014.
 - **KOHWALTER, TROY C.**; Oliveira Thiago; Freire Juliana; CLUA, ESTEBAN W. G.; MURTA, LEONARDO G. P. Prov Viewer: a graph-based visualization tool for interactive exploration of provenance data. In: **International Provenance and Annotation Workshop (IPAW)**, 2016, v. 9672. p. 71-82.
 - **KOHWALTER, TROY C.**; MURTA, LEONARDO G. P.; CLUA, ESTEBAN W. G. Capturing Game Telemetry with Provenance. In: **Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment (SBGames)**, 2017. Best paper award in the computer track.
 - JACOB, Lison; **KOHWALTER, Troy**; CLUA, Esteban; DE OLIVEIRA, D.; MACHADO, A. A Non-intrusive Approach for 2D Platform Game Design Analysis Based on Provenance Data Extracted from Game Streaming. **Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment (SBGAMES)**, p. 41–50, nov. 2014.
 - JACOB, Lidson B.; **KOHWALTER, Troy**; MACHADO, Alex; CLUA, Esteban W. G. A Game Design Analytic System Based on Data Provenance. **International Conference on Entertainment Computing – ICEC 2013**, Lecture Notes in Computer Science. p. 114–119, 2013. Accessed: 5 fev. 2015.

An Infrastructure for Gameplay Gathering and Analysis with Provenance

