

Aplicação de DSML em Processamento de Eventos Complexos

Uma Mapeamento Sistemático

Genesis de Lima
gjfpl@cin.ufpe.br

M^a Carolina da Silva
mcts@cin.ufpe.br

Herbertt Diniz
hbmd@cin.ufpe.br

Sidarta Carvalho
salc@cin.ufpe.br

ABSTRACT

Devido ao crescimento da quantidade de dispositivos conectados em rede e o grande volume de dados gerado por essa comunicação entre dispositivos e servidores, faz-se necessário técnicas que auxiliem na manipulação e reconhecimento desses dados. O Complex Event Processing (CEP) é utilizado para tratar grandes volumes de dados em tempo real e para capturar padrões eventos em streams de dados. Dada a complexidade em construir regras para CEPs, por se tratar de definição em baixo nível, o uso de Domain-Specific Modeling Language (DSML) tem sido usado com o intuito de facilitar a criação de regras por pessoas não especialistas, criando uma camada de abstração entre o CEP e o domínio da aplicação. Para realizar este o mapeamento sistemático foram utilizados dois engenhos de busca automática amplamente difundidos. Todo o processo foi documentado para posterior replicação e garantia da qualidade do trabalho. Foram selecionados 16 artigos para síntese dos dados de 1497 da busca automática.

Keywords

Domain Specific Modeling Language, Complex Event Processing, Systematic Mapping

1. INTRODUÇÃO

Segundo Ericsson[1] 50 bilhões de dispositivos estarão conectados até a próxima década, trazendo assim uma nova perspectiva, em função dessa estrutura que se estabelecerá e da obtenção do grande volume de dados produzido. Nesse âmbito, oportunidades e desafios advindos dessas circunstâncias são cada vez mais explorados, gerando os fatores necessários para que empresas, governos e indústrias obtenham os ganhos provenientes dessa realidade.

Na prática, várias técnicas e recursos estão sendo utilizados, com intuito de fornecer uma maior interoperabilidade, segurança nos processos de negócio, transparência, garantia

de anonimato e melhor obtenção do perfil do cliente, a fim de influenciar no comportamento de consumidor, provendo serviços em tempo real e garantindo qualidade de serviço.

Uma das principais ferramentas tecnológicas utilizadas nesse contexto é o Complex Event Processing (CEP), o qual é considerado uma boa solução para lidar com o aumento da disponibilidade de grandes volumes de dados em tempo real (principalmente por meio da internet), obtendo informações valiosas e notificando informações processadas em tempo hábil[20]. CEPs Realizam captação de eventos de maneira simplificada, utilizando linguagem de expressão, para descrever como informações de entrada devem ser processadas por motores de regras, com o propósito de extrair dados relevantes de complexas relações, entre os elementos de informação. No entanto, apesar da eficiência comprovada dessas ferramentas, o fato das regras serem expressas em baixo nível, torna o seu uso exclusivo para usuários especialistas, dificultando a criação de soluções.

Com intuito de diminuir a complexidade das ferramentas de CEP, algumas soluções tem-se utilizado de Domain-Specific Modeling Language(DSML), a fim de se produzir uma camada de abstração, que possibilite criar regras com definição gráfica e/ou textuais de alto nível, para serem convertidas em linguagem de baixo nível, de modo que não hajam erros de sintaxe ou erros de digitação. No entanto, o uso de DSML para produção de Linguagens específicas para auxiliar o desenvolvimento de regras de linguagens de CEP é algo recente e ainda levanta muitas questões que permanecem sem respostas a respeito de quando e como desenvolver essas ferramentas de maneira efetiva e qual o real benefício gerado por elas.

Em função desses fatores, neste trabalho, apresentamos um Mapeamento sistemático a fim de analisarmos quais as principais técnicas, ferramentas e recursos envolvidos na produção dessas ferramentas específicas, bem como o ganho real provido por elas. Estamos também interessados na análise dos domínios, que foram implementados essas linguagens, dessa forma, podemos evidenciar para outros pesquisadores quais ferramentas foram aplicados a um domínio específico e, em seguida, reutilizá-las ou adaptá-las para quaisquer outras necessidades específicas. Este processo de mapeamento sistemático foi realizado de Maio de 2015 a Junho de 2015. O restante deste artigo está organizado da seguinte forma: A Seção 2 apresenta os conceitos relacionados. Na Seção

3, descrevemos o protocolo aplicado. Na Seção 4, apresentamos os resultados de nosso mapeamento sistemático. Na Seção 5, apresentamos nossas discussões sobre o trabalho realizado. Na Seção 6, apresentamos nossas conclusões sobre todo o processo dessa mapeamento sistemático.

2. PROTOCOLO APLICADO

Baseado no *guideline* para o desenvolvimento de mapeamentos sistemáticos em Engenharia de Software descrito por Barbara Kitchenham [14], este mapeamento possui como principal objetivo identificar estudos primários que possuem foco na utilização de DSML em processos de eventos complexos. Por esse motivo, foi definida a seguinte pergunta de pesquisa:

Quais os benefícios obtidos com o uso de DSML (Domain Specific Modeling Language) em Linguagens de CEP (Complex Event Processing)?

A partir desta pergunta de pesquisa, pode-se destacar os seguintes componentes: (1) **Intervenção:** Aplicação de DSML; (2) **População:** Linguagens de CEP; e (3) **Outcome:** Ganho gerado.

Além disso a fim de enriquecer e o estudo e torná-lo mais claro, as seguintes sub-perguntas de pesquisa, deverão ser respondidas:

- Q1. Quais as técnicas, métodos e/ou processos são utilizados ao trabalhar com DSML e CEP?
- Q2. Em que domínios estas ferramentas estão sendo usadas?
- Q3. Quais ferramentas são usadas para o desenvolvimento e uso de DSML para CEP?

2.1 Critérios de Inclusão e Exclusão

Para esta avaliação, foram considerados incluídos estudos que:

- Fossem primários;
- Estejam escritos em inglês;
- Estejam disponíveis na internet;
- Tenham sido publicados a partir de 2002;
- Apresentem uma análise ou proposta a utilização de técnicas DSML para melhorar o processamento de dados complexos.

Enquanto que foram excluídos da análise, trabalhos que:

- Não estejam relacionados ao tema da pergunta de pesquisa
- Contenham apenas lições aprendidas ou relatos de experiência

- Sejam *short papers, news, opinions, etc*
- Não respondem a pergunta de pesquisa
- Não apresentam resultados concretos (qualitativos ou quantitativos).

2.2 Estratégia de Pesquisa

As seguintes bases de dados foram utilizada neste estudo:

- IEEE Xplore, e
- Elsevier's Scopus.

A nossa pesquisa se concentra em entender o ganho gerado com a intervenção que a aplicação de DSML gera em linguagens de processamento de eventos complexos. Por conta disso, a nossa *string* de busca foi a seguinte:

('metamodel' OR 'modeling language' OR 'graphical syntax' OR 'model driven' OR 'domain specific model language') AND ('complex event processing' OR 'event streams' OR 'event stream' OR 'event processing' OR 'data streams')

No processo de extração de informação a partir das bases de dados, a *string* de pesquisa foi utilizada separadamente em cada uma delas. As pesquisas foram realizadas no dia 20/maio/2015 e a Tabela 3 mostra a quantidade de estudos encontrado em cada base de dados.

Base de Dados	Quantidade
IEEE Xplore	1015
Elsevier's Scopus	748

Table 1: Quantidade de artigos por Banco de Dados

2.3 Processo de Seleção

Esta seção irá descrever o processo de seleção a partir da identificação de estudos primários coletados nas bases de dados.

Em primeiro lugar, os resultados de cada base de dados foram agrupados e, posteriormente, foram excluídas as duplicidades, somando um total de 1497 trabalhos a serem analisados. Essa quantidade total foi dividida em 2 grupos (D1 e D2)

Duplas	Particip.	Analís.	Incluí.	Iguais	Difer. Incluí.	Total
D1	Particip. 1	748	38	12	12	24
	Particip. 2		32		0	
D2	Particip. 3	749	30	17	1	20
	Particip. 4		31		2	

Table 2: Quantidade de artigos por Banco de Dados

Em segundo lugar, os títulos e os abstracts de todos os trabalhos selecionados na etapa anterior foram analisadas

para determinar a sua relevância no mapeamento sistemático. Nesta fase, trabalhos que deixaram claro não tratar dos assuntos relevantes à este trabalho foram eliminados. Em outros casos, quando os títulos e abstracts das obras foram vagos ou obscuros, eles foram incluídos para ser analisado em outra iteração. Alguns títulos e abstracts não apresentavam claramente o propósito do artigo. Estes trabalhos, que estavam difícil determinar se eles estão em conformidade com o seu tema, foram incluídos para ser filtrados em uma próxima etapa. Após realizar a terceira fase da análise obtivemos um total de 131 artigos que foram divididos entre os grupos. Os grupos D1 e D2, após refinamento através da leitura da introdução e conclusão, acabaram com 12 e 17 trabalhos iguais, respectivamente. Já os divergentes totalizaram 12 para o grupo D1 e 2 para o grupo D2. Eliminando as divergências, cada grupo, D1 e D2, concluiu com um total de 24 o primeiro e 20, o segundo.

Este cenário é demonstrado na **tabela 2**, onde foi excluído um montante 1452 artigos, restando assim 44 trabalhos para serem analisados.

2.4 Avaliação de Qualidade

Para avaliar a qualidade e a confiabilidade dos estudos selecionados, aplica-se uma avaliação de qualidade sobre os artigos selecionados. Os estudos poderiam referir-se a propostas de novas linguagens específicas ou de aplicação de uma já existente.

- Como foi feito uso da DSML? (Nova[10], Existente[7] ou Indicação[0-3])
- Há uma definição clara do contexto onde a DSML foi aplicada dentro do domínio específico de eventos complexos? ([0-10])

Se alguma das questões anteriores obtiver o score 0, o documento deve ser descartado. Caso contrário devem ser respondidas as seguintes questões com SIM ou NÃO.

- Realizou validação da DSML?
- Utilizou Experimentação como método de pesquisa?
- Utilizou Estudo de Caso como método de pesquisa?
- Definiu o método de pesquisa utilizado?
- Seguiu design pesquisa definido?
- O método utilizado é correto?

3. RESULTADOS

3.1 Análise Qualitativa

Como foi descrito na Seção 2.4, cada um dos estudos primários foram avaliadas a partir de um conjunto de 8 critérios de qualidade que se relacionam com rigor e credibilidade, bem como a relevância. Se consideradas como um todo, esses oito critérios fornecem uma medida confiabilidade das conclusões que cada um dos estudos podem trazer para a avaliação. A avaliação para cada um dos critérios utilizados uma escala de pontos positivos e negativos. Nesta avaliação, dos 44 artigos selecionados, apenas 24 realmente respondiam à pergunta de pesquisa.

3.2 Análise Quantitativa

Esta seção visa apresentar atributos quantitativos acerca dos artigos selecionados.

Com o objetivo de evidenciar, quantitativamente, os benefícios gerados através do uso das tecnologias observadas neste estudo, foram aplicadas análises estatísticas sobre os dados obtidos através do processo da pesquisa. Alguns dados chamam a atenção e nos ajudam a entender o estado atual do ramo da pesquisa, suas tendências, como vem sendo utilizadas ou estendidas e qual o país mais ativo em relação às pesquisas nesta área. Sendo assim, iniciamos com a **figura 1** demonstrando um gráfico de perspectiva temporal em relação à quantidade de papers por ano. É possível observar que 2010 e 2012 formam os anos mais produtivos em relação à produção de trabalhos relacionados à CEP e DSML. Já na **figura 2** o gráfico imprime a quantidade superior de papers presentes em Conferências em relação aos presentes em Journals, sendo estes dois os únicos elencados no resultado das buscas. A **figura 3** é de suma importância, já que destaca o uso da DSML e do domínio, foco principal da linguagem. O gráfico mostra que sistemas de tempo real vem sendo o maior foco de aplicabilidade destas tecnologias, seguido da área financeira. Algumas possuem o escopo muito fechado e outras não definem especificamente um domínio, no entanto não abrangentes o suficiente para entrar no grupo de linguagens de propósito geral, e portanto foram selecionadas neste trabalho. Um dos componentes principais das linguagens de modelagem, também é bastante importante avaliar a quantidade de trabalhos que propõem ou usam algum metamodelo para construção da linguagem. A **figura 4** mostra que a maioria das propostas fornecem cobertura a este componente o que mostra mais qualidade, já ajuda na tradução entre modelos e traz flexibilidade e portabilidade para a linguagem. Quando se trata de modelagem, é importante que tenhamos a maior facilidade possível ao tratar os construtores que abstraem conceitos de um domínio. Atualmente as linguagens visuais vem nos fornecendo insumos para construção rápida de produtos e tem se mostrado ser uma tendência de mercado. Como estamos interessados em uma linguagem de representação de um domínio específico, quantificamos o uso da DSML com CEP de relação ao uso de interface gráfica, o que pode ser observado na **figura 5**. Por fim, a **figura 6** enumera as ferramentas e quantidade de papers que apresentam, propõem ou as usam e a **figura 7** destaca a quantidade de ferramentas associadas às transformações suportadas por elas. Na **figura 7** também tem-se o destaque da ferramenta Eclipse Modeling Tools que fornece construtores para construção de ferramentas que efetuam esta tradução e está presente no gráfico por fazer parte das ferramentas que permitem a modelagem de meta-metamodelos.

4. DISCUSSÃO

Nessa seção discutimos e os resultados obtidos a partir da análise dos dados feita nas seções anteriores, a fim de respondermos a pergunta principal e as sub-perguntas de pesquisa elencadas em tópicos.

Nossos principais resultados encontram-se na Tabela 3, onde onde apresentamos, os Meta-modelos, Transformações e ferramentas, respondendo assim a nosso sub-pergunta Q1 e Q3. Também podemos observar os domínios apresentados

Figure 1: Publicações por Ano

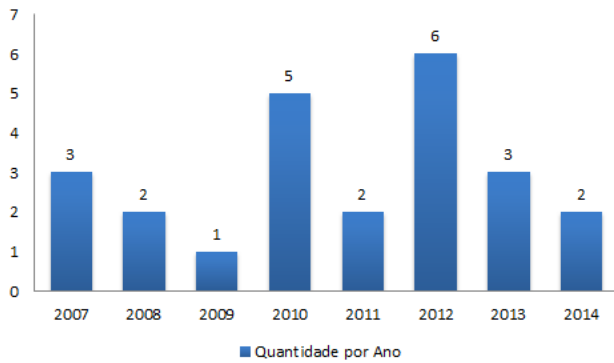
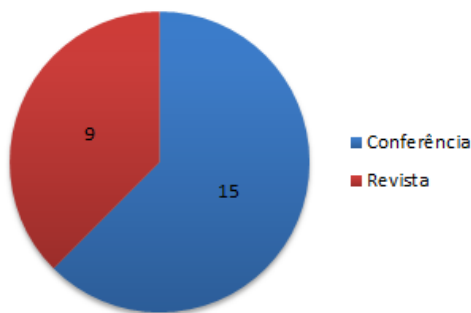


Figure 2: Publicações por Veículo



nos artigos analisados, respondendo a nossa sub-pergunta Q2.

A. *Técnicas, métodos e/ou processos são utilizados ao trabalhar com DSML e CEP*

A Figura 4, apresenta o número de artigos que apresenta a técnica de meta-modelagem usada para descrever conceitos e regras de modelagem, a partir dos meta-modelos. Sua principal importância é o fato de representarem uma sintaxe abstrata da linguagem, evidenciando as técnicas, métodos e/ou processos, utilizados nas linguagens. Na Figura 7, podemos observar quais os métodos de transformação que foram observados nos artigos catalogados, revelando que há uma tendência maior em se desenvolver ferramentas Modelo/Modelo e Modelo/Texto Mo(M2M/M2T), permitindo uma maior flexibilidade na transformação de modelos.

B. *Domínios as ferramentas estão sendo usadas*

A Figura 3, apresenta a quantidade de domínios, catalogados nesses trabalhos, evidenciando qual domínio possui a maioria das ferramentas, facilitando as buscas e eventual reuso no futuro. De fato aplicações Financeiras, são um domínio recorrente dando a entender que há uma tendência forte do uso de soluções de CEP nessa área.

C. *Ferramentas são utilizadas no desenvolvimento das linguagens*

Existem várias ferramentas que ajudam na criação de DSMLs,

elas são de extrema importância para pesquisadores e profissionais de mercado realizarem seus trabalhos, no entanto, como pode ser observado na Figura 6, a maioria dos trabalhos analisados não definia ou não revelavam quais as ferramentas de desenvolvimento de DSMLs, estavam utilizando, apesar disso o demais resultados, apontam plugins do Eclipse como as ferramentas mais usadas.

Figure 3: DSML por Domínio

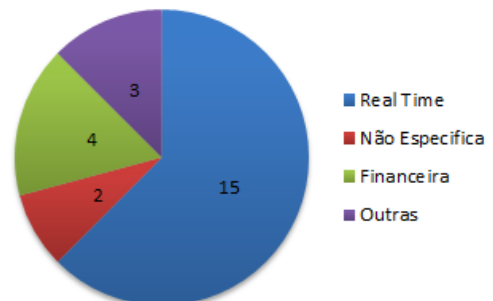


Figure 4: Metamodelo da DSML

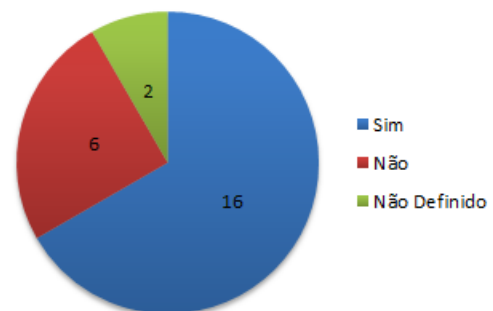
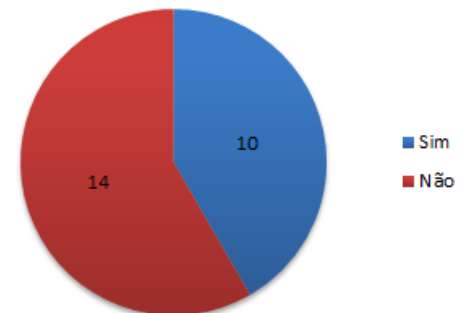


Figure 5: DSML com Interface Gráfica



5. CONCLUSÃO

Ao realizarmos esse mapeamento, pudemos verificar mais a fundo a relação entre Modelagem de linguagens de domínio específico e de Linguagens de regras de processamento de eventos complexos.

Realizamos busca e extração nos principais engenhos de bibliotecas digitais, seguindo o protocolo de pesquisa apresentado no capítulo 3 e obtendo resultados satisfatórios, no que

Trabalho	DSML	Domínio	Meta-Modelo	GUI	Tool	Transformação
[2]	Nenhuma	RTA - Business	S	S	ND	M2T
[3]	PMM	RTA - Terrorist Alert Scenario	S	N	GMF	M2T
[4]	Nenhuma	RTA - Health Care	S	S	Epsilon	M2M; M2T
[5]	DS-EPL	RTA - Indústria Solar system M2M	S	N	XText	M2T
[6]	Nenhuma	Avaliação Desempenho	N	N	ND	T2T
[7]	FFML	Proactive Fraud Detection	S	S	ND	T2T
[8]	BEMN	BPM	S	S	GMF	M2M
[9]	FFML	Proactive Fraud Detection and Control	N	N	ND	ND
[10]	FFML	RTA - Mercado Financeiro	ND	S	ND	M2T
[11]	BOM	Federation and Simulation of Discrete Events	N	N	BomWorks	M2M
[12]	Nenhuma	Não especifica	N	N	ND	T2T
[13]	SML	Mobile Banking	S	S	Eclipse Obeo	M2M; M2T
[15]	BPMN+EPC	RTA - Business	S	S	Plugin Eclipse	M2M; M2T
[16]	COPAL	Context Acquisition	S	N	ND	ND
[17]	Nenhuma	RTA - IoT	N	N	ND	M2M
[18]	Nenhuma	RTA - Agência de Viagem	ND	N	ND	M2T
[19]	Nenhuma	RTA - Business	S	S	ND	M2M; M2T
[21]	Sem nome	RTA - IoT	S	N	ND	ND
[22]	EPN	RTA - Business	S	N	ND	M2M; M2T
[23]	CCL	RTA - E-Commerce	S	S	Epsilon	M2M; M2T
[24]	DERA	RTA - Academia	S	N	ND	Eclipse Modeling Tools
[25]	PSML	RTA - Evaluate Embedded Systems	N	N	ND	ND
[26]	Nenhuma	Não especifica	S	S	ND	M2M; M2T
[27]	ED-BPM-based	RTA - Banking	S	N	ND	ND

Table 3: Extração dos Dados: Atributos

Figure 6: Ferramenta para Construção de DSML

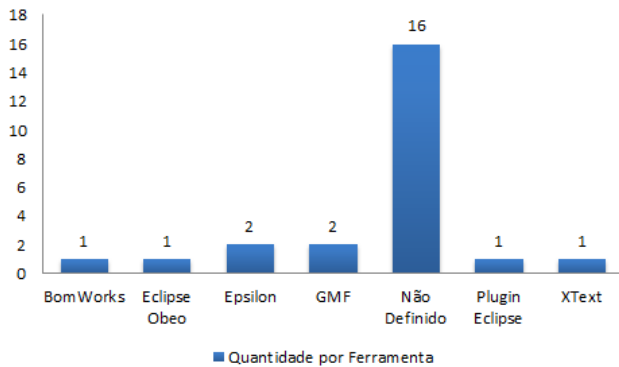
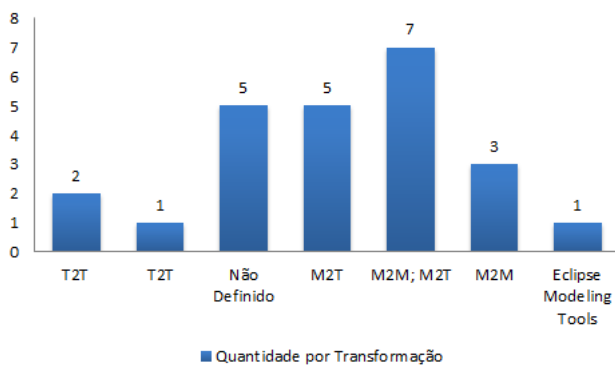


Figure 7: Transformação oferecida pela DSML



diz respeito a um melhor entendimento das questões envolvidas nesse campo de pesquisa.

Muito embora, seja algo ainda pouco explorado pela literatura, dado o baixo número de trabalhos relevantes e com boa qualidade encontrados, principalmente pelo elevado número de descartes de trabalhos, na análise qualitativa, foi possível perceber que trata-se de uma área relativamente nova, pelo fatos da maioria dos trabalhos encontrados, terem não mais que três anos, fato que reforça a visão de que muitos estudos na área ainda poderão surgir, devido a expansão do uso dessas ferramentas, alavancada pela onda de Big Data e por se tratar de pesquisa relacionada ao "estado da arte". Por isso mesmo, algumas questões ainda permanecem em aberto, assim como nossa principal pergunta de pesquisa, apesar de a maioria dos autores afirmarem terem havido ganho real no uso dessas ferramentas, seja na diminuição da complexidade e/ou do ganho de tempo de uso, no processo de avaliação usado pela maioria dos pesquisadores, se dava de maneira meramente subjetiva e apresentando muitas lacunas na descrição dos experimentos realizados, o que coloca em dúvida suas devidas conclusões, evidenciando assim a necessidade de mais trabalhos de qualidade nessa área.

No entanto foi possível perceber algumas tendências de uso, ferramentas e técnicas utilizadas na construção dessas soluções. Pudemos observar que é uma área de estudo, mais explorada na Europa, principalmente por pesquisadores alemães e que há uma tendência maior a se usar o Plugin

do Eclipse Epsilon, com linguagens de restrição Evl e Ocl. Também constatamos que são diversos os domínios de aplicação dessas ferramentas, possibilitando seu uso em vários cenários. Assim, através da análise dos trabalhos elencados nesta revisão, concluiu-se que CEP trata de ambientes complexos e dinâmicos em tempo real, necessitando de uma camada de abstração para modelagem e tratamento deste ambiente. Esta complexidade pode ser superada com o uso de DSML's livrando o implementador de lidar com nuances apresentadas pelas tecnologias e focar especificamente no problema se beneficiando das facilidades entregues através da integração destes componentes.

6. REFERENCIAS

- [1] Ericsson, ericsson discussion paper. <http://http://www.ericsson.com>. Acessado em 23 Jun de 2015.
- [2] N. Alexopoulou, M. Nikolaidou, N. Y. Chamodrakas, Y. Chamodrakas, and D. Martakos. Enabling On-the-Fly Business Process Composition through an Event-Based Approach. In *Hawaii International Conference on System Sciences, Proceedings of the 41st Annual*, page 379, 2008.
- [3] A. Bertolino, A. Di Marco, and F. Lonetti. Complex Events Specification for Properties Validation. In *Quality of Information and Communications Technology (QUATIC), 2012 Eighth International Conference on the*, pages 85–94, 2012.
- [4] J. Boubeta-Puig, G. Ortiz, and I. Medina-Bulo. A model-driven approach for facilitating user-friendly design of complex event patterns. *Expert Systems with Applications*, 41(2):445–456, 2014.
- [5] R. Bruns, J. Dunkel, S. Lier, and H. Masbruch. DS-EPL: Domain-specific event processing language. In *DEBS 2014 - Proceedings of the 8th ACM International Conference on Distributed Event-Based Systems*, pages 83–94, 2014.
- [6] S.-K. Chen, J.-J. Jeng, and H. Chang. Complex Event Processing using Simple Rule-based Event Correlation Engines for Business Performance Management. In *E-Commerce Technology, 2006. The 8th IEEE International Conference on and Enterprise Computing, E-Commerce, and E-Services, The 3rd IEEE International Conference on*, page 3, 2006.
- [7] P. D. Costa, I. T. Mielke, I. Pereira, and J. P. A. Almeida. A Model-Driven Approach to Situations: Situation Modeling and Rule-Based Situation Detection. In *Enterprise Distributed Object Computing Conference (EDOC), 2012 IEEE 16th International*, pages 154–163, 2012.
- [8] G. Decker, A. Grosskopf, and A. Barros. A Graphical Notation for Modeling Complex Events in Business Processes. In *Enterprise Distributed Object Computing Conference, 2007. EDOC 2007. 11th IEEE International*, page 27, 2007.
- [9] M. Edge, P. Falcone Sampaio, and M. Choudhary. Towards a proactive fraud management framework for financial data streams. In *Proceedings - DASC 2007: Third IEEE International Symposium on Dependable, Autonomic and Secure Computing*, pages 55–62, 2007.
- [10] M. E. Edge and P. R. Falcone Sampaio. The design of FFML: A rule-based policy modelling language for

- proactive fraud management in financial data streams. *Expert Systems with Applications*, 39(11):9966–9985, 2012.
- [11] B. Hou, Y. Yao, and B. Wang. Mapping from BOM conceptual model definition to PDES models for enhancing interoperability. In *System Simulation and Scientific Computing, 2008. ICSC 2008. Asia Simulation Conference - 7th International Conference on*, pages 349–354, 2008.
- [12] J. Jang, K. Fekete, P. Greenfield, and S. Nepal. An Event-Driven Workflow Engine for Service-based Business Systems. In *Enterprise Distributed Object Computing Conference, 2006. EDOC '06. 10th IEEE International*, pages 233–242, 2006.
- [13] H. Kim and S. Oussena. A case study on modeling of complex event processing in enterprise architecture. In *ICEIS 2012 - Proceedings of the 14th International Conference on Enterprise Information Systems*, volume 3 HCI, pages 173–180, 2012.
- [14] B. Kitchenham and S. Charters. Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. Technical Report EBSE 2007-001, Keele University and Durham University Joint Report, 2007.
- [15] S. Kunz, T. Fickinger, J. Prescher, and K. Spengler. Managing complex event processes with business process modeling notation. *Lecture Notes in Business Information Processing*, 67 LNBIP:78–90, 2010.
- [16] F. Li, S. Sehic, and S. Dustdar. COPAL: An adaptive approach to context provisioning. In *Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob), 2010 IEEE 6th International Conference on*, pages 286–293, 2010.
- [17] Y. Liu and D. Wang. An RFID Middleware Business Process Integration Framework Based on EPC Modeling and Complex Event Processing. In *Computer Sciences and Convergence Information Technology, 2009. ICCIT '09. Fourth International Conference on*, pages 64–69, 2009.
- [18] E. Mulo, U. Zdun, and S. Dustdar. Domain-specific language for event-based compliance monitoring in process-driven SOAs. *Service Oriented Computing and Applications*, 7(1):59–73, 2013.
- [19] H. Obweiger, J. Schiefer, M. Suntinger, and P. Kepplinger. Model-driven rule composition for event-based systems. *International Journal of Business Process Integration and Management*, 5(4):344–357, 2011.
- [20] N. Samarasekera, K. Gunathilake, S. Silva, B. Ratnayake, S. Perera, and S. Perera. Glutter–av isual programming environment for complex event processing. 2012.
- [21] C. Seel, J. Schimmelpfennig, D. Mayer, and P. Walter. Conceptual modeling of complex events of the Internet of Things. In *eChallenges, 2010*, pages 1–8, 2010.
- [22] G. Sharon and O. Etzion. Event-processing network model and implementation. *IBM Systems Journal*, 47(2):321–334, 2008.
- [23] Y. Taher, J. Boubeta-Puig, W.-J. van den Heuvel, G. Ortiz, and I. Medina-Bulo. A Model-Driven Approach for Web Service Adaptation Using Complex Event Processing. *Communications in Computer and Information Science*, 393 CCIS:346–359, 2013.
- [24] S. Tragatschnig and U. Zdun. Enterprise integration using event actor based event transformations. In *Proceedings of the ACM Symposium on Applied Computing*, pages 1434–1440, 2013.
- [25] W.-T. b. Tsai, W. Li, X. Sun, A. Sabnis, and Y. Chen. Event-driven service-oriented simulation framework. In *Spring Simulation Multiconference 2010, SpringSim'10*, 2010.
- [26] K. Vidackovic and A. Weisbecker. A Methodology for Dynamic Service Compositions Based on an Event-Driven Approach. In *SRII Global Conference (SRII), 2011 Annual*, pages 484–494, 2011.
- [27] R. Von Ammon, T. Ertlmaier, O. Etzion, A. Kofman, and T. Paulus. Integrating complex events for collaborating and dynamically changing business processes. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 6275 LNCS:370–384, 2010.