

学位被授与者氏名	Philip Moore
学位の名称	博士（工学）
学位番号	博（二）第4号
学位授与年月日	平成25年10月22日
論文題目	A Generic Context Processing Algorithm for the Delivery of Personalised Services in Context-Aware Systems
論文題目 （英訳または和訳）	コンテキスト・ウェア・システム上でのパーソナライズされたサービスの配信のための汎用コンテキスト処理アルゴリズム
論文審査委員	論文審査委員会 委員主査：福岡工業大学大学院知能情報システム工学専攻教授 バロレオナルド 同審査委員：福岡工業大学大学院知能情報システム工学専攻教授 内田 一徳 同審査委員：福岡工業大学大学院知能情報システム工学専攻准教授 藤岡 寛之 同審査委員：福岡工業大学大学院物質生産システム工学専攻教授 スーチュ・クワデュー・ ガアレンティン
論文審査機関	福岡工業大学大学院工学研究科
論文内容の要旨 （和文）	<p>本論文では、コンテキスト・ウェア・システムでパーソナライズされたサービスを配信するための汎用的な処理アルゴリズムを提案し、実装したシステムについて論じている。パーソナライゼーション（Delivery of Personalised Services: DPS）の概念は、多くの形態でコンピュータ経由の相互作用の要求によるものである。相互作用は、参加者とその多様なサービス要求に関連した、固有の複雑さと事前知識がなく、動的で一定の変化がある不確実なサービス要求によって特徴づける。パーソナライゼーションは、現在の状態（コンテキスト）を記述したプロファイルに基づいて、受信者の識別と選択を必要とする。</p> <p>コンテキストの実装では、コンテキスト情報の処理が必要になる。広範で多様なコンテキスト情報は、コンテキストで記述し定義することができる。さらに、コンテキスト・ウェア・システムのための要件として、予測決定支援、効果的なアドレス制約充足、プリファレンス・コンプライアンス（CS）、そしてリソース等の入力のマッチングにわずかに或いはまったく事前の知識がない不確実な場合でもデータ処理を実現する必要がある。</p> <p>本論文では DPS によるパーソナライゼーションについて取り組んでいる。パーソナライゼーションは、コンテキスト情報処理のために、コンテキストに基づいた適切な個人を識別する二分決定が必要である。本論文の汎用 Context Processing Algorithm（CPA）は実装した Ontology-Based Context Modeling（OBCM）により効果的な基盤を提供し、動的で複雑なコンテキスト・ウェア・システムを管理することができる。このアプローチは、CS の違反に対処（または少なくとも軽減）するための能力を有するパーベイシブ・コンテキスト・ウェア・システムの効果的かつ不確実性の下で予測可能な決定支援を提供することができる。</p> <p>本研究は次のような特色と独創的な点を有しており科学技術の貢献が期待できる。1）動的で不可実性なコンテキスト処理を可能にする汎用的アプローチの設計と開発である。2）予測可能な決定支援によるコンテキスト処理アルゴリズムの設計と開発である。3）人や機械が読み取り可能な柔軟かつ拡張可能なデータ構造を作成する。効果的なコンテキストモデルによる永続的なデータストレージとメモリを管理することができる。4）高等教育ドメイン上を前提としたプロトタイプのアプリケーションを用いてコンテキスト処理アルゴリズムの評価を行った。</p> <p>論文は以下のように構成される。第1章では、論文の背景、目的及び科学技術への貢献を述べる。第2章では、情報システムとパーソナライゼーションに関連する概要を議論する。第3章では、コンテキストモデリングについて述べる。第4章では、コンテキスト処理について述べる。第5章では、CPAとOBCMの設計と実装について述べる。第6章では、CPAの実装について議論し、分析を行う。第7章では、結論とこの分野における今後の課題の見識を与えて、論文をまとめる。</p>
論文内容の要旨 （英文）	In this thesis, we propose and implement a generic processing algorithm for delivery of personalised services in context-aware systems. The concept of personalization (Delivery of Personalised Services: DPS) in its many forms has gained traction driven

by the demands of computer mediated interactions. Such interactions are generally characterized by inherent complexity and uncertainty given their dynamic and constant change together with the lack of a priori knowledge related to the participants and their diverse service demands. Personalization requires the identification and selection recipients based on a defined profile which describes their current state (a context).

The implementation of a context requires the processing of data (contextual information). A broad and diverse range of contextual information may be used to define and describe context. Additionally, systemic requirements for context-aware systems include the need to implement predictable decision support, effectively address constraint satisfaction and preference compliance (CS), and implement data processing under uncertainty given that (generally) there is very little or no a priori knowledge relating to the matching of inputs (e.g., a resource) to outputs (a potential recipient for personalisation).

This thesis addresses personalisation with the DPS. Personalisation requires the processing of contextual information to arrive at a Boolean decision identifying an individual as a suitably qualified recipient for DPS based on context. The generic Context Processing Algorithm (CPA) presented in this thesis implemented with Ontology-Based Context Modeling (OBCM) provides an effective basis upon which the dynamics and complexity of context-aware systems can be managed. The presented approach provides an effective and predictable decision support under uncertainty in pervasive context-aware systems with the ability to address (or at least mitigate) the violations of CS.

Our work has the following contributions: the design and development of a generic approach to enable the processing of contextual information under dynamic uncertainty; the design and development of a generic context processing algorithm capable of realizing context processing with predictable decision support; the creation of a flexible and extensible human and machine readable data structure capable of managing both in memory and persistent data storage with effective context modeling; evaluation of the context processing algorithm using a prototypical application predicated on a tertiary education domain.

The thesis is organized as follows. In Chapter 1 is presented the background, purpose and contributions of the thesis. In Chapter 2, we give an overview of the literature related to information systems and personalization. In Chapter 3, we deal with context modeling. In Chapter 4, we address context-processing. In Chapter 5, we present the design and implementation of the CPA and OBCM. In Chapter 6, we discuss the implementation of the CPA with results and analysis of the CPA in operation. In Chapter 7, we present concluding remarks and future work.

論文審査結果

「Philip Moore」氏が提出した学位論文を審査し、また最終試験を行ったのでその結果について報告する。

(学位論文審査の結果)：本論文では、コンテキスト・アウェア・システムでパーソナライズされたサービスを配信するための汎用的な処理アルゴリズムを提案し、実装したシステムについて論じている。パーソナライゼーション (Delivery of Personalised Services: DPS) の概念は、多くの形態でコンピュータ経由の相互作用の要求によるものである。相互作用は、参加者とその多様なサービス要求に関連した、固有の複雑さと事前知識がなく、動的で一定の変化がある不確実なサービス要求によって特徴づける。パーソナライゼーションは、現在の状態 (コンテキスト) を記述したプロフィールに基づいて、受信者の識別と選択を必要とする。コンテキストの実装では、コンテキスト情報の処理が必要になる。広範で多様なコンテキスト情報は、コンテキストで記述し定義することができる。さらに、コンテキスト・アウェア・システムのための要件として、予測決定支援、効果的なアドレス制約充足、プリファレンス・コンプライアンス (CS)、そしてリソース等の入力のマッチングにわずか或いはまったく事前の知識がない不確実な場合でもデータ処理を実現する必要がある。

本論文ではDPSによるパーソナライゼーションについて取り組んでいる。パーソナライゼーションは、コンテキスト情報処理のために、コンテキストに基づいた適切な個人を識別する二分決定が必要である。本論文の汎用Context Processing Algorithm (CPA) は実装したOntology-Based Context Modeling (OBCM) により効果的な基盤を提供し、動的で複雑なコンテキスト・ウェア・システムを管理することができる。このアプローチは、CSの違反に対処（または少なくとも軽減）するための能力を有するパーベイシブ・コンテキスト・ウェア・システムの効果的かつ不確実性の下で予測可能な決定支援を提供することができる。CPAを評価するために二つのオントロジー（コアオントロジーとモバイル学習オントロジー）を実装し、コンテキスト・マッチングの精度と制約の適合の分析を行った。その結果、CPAは効果的なコンテキスト処理とコンテキスト・マッチングを決定することが分かった。また、CPAは全てのテストでは正確のデータを出力することができた。本研究は次のような特色と独創的な点を有しており科学技術の貢献が期待できる。1) 動的で不可実性なコンテキスト処理を可能にする汎用的アプローチの設計と開発である。2) 予測可能な決定支援によるコンテキスト処理アルゴリズムの設計と開発である。3) 人や機械が読み取り可能な柔軟かつ拡張可能なデータ構造を作成する。効果的なコンテキストモデルによる永続的なデータストレージとメモリを管理することができる。4) 高等教育ドメイン上を前提としたプロトタイプのアプリケーションを用いてコンテキスト処理アルゴリズムの評価を行った。このように本研究の内容は、他の研究者によって報告されていない多くの研究結果を含んでおり、学位論文として十分な価値があると認められる。

論文の構成は次のようになる。第1章では、論文の背景、目的及び科学技術への貢献を述べる。第2章では、情報システムとパーソナライゼーションに関連する概要を議論する。第3章では、コンテキストモデリングについて述べる。第4章では、コンテキスト処理について述べる。第5章では、CPAとOBCMの設計と実装について述べる。第6章では、CPAの実装について議論し、分析を行う。第7章では、結論とこの分野における今後の課題の見識を与えて、論文をまとめる。

本研究の成果として、学術論文が8編（第1著者4編）、図書が4編（第1著者3編）、国際会議が26編（第1著者12編）となっている。また、国際会議CISIS-2011ではBest Paper賞を受賞しており、本研究の新規性と有用性及び国際性が認められる。以上の理由により、審査委員会は論文提出が学位論文の内容として適合すると判定した。

学位論文公聴会においては、論文内容に関連する種々の工学的及び技術的な質問があったが、いずれも適切に回答を行うことができた。また、公聴会後の最終試験においては、学位論文に関連する分野の学識を有し、今後研究を進めていくための研究能力を備えていることが判明した。

以上の結果から、学位審査委員会はこの論文が博士（工学）の学位に適格であると判定した。

主な研究業績

参考論文 38編1冊

(学術論文)

1. **P. Moore**, B. Hu and J. Wan, "Smart-Context: A Context Ontology for Pervasive Mobile Computing". The Computer Journal, Vol 53, No. 2, pp. 191-207, DOI: 10.1093/comjnl/bxm104, Available: <http://comjnl.oxfordjournals.org/cgi/reprint/53/2/191.pdf>, 2010.
2. **P. Moore**, "Anytime-Anywhere Personalised Time-Management in Networking for e-Learning", eLC Research Paper Series, Vol. 3, pp 48-59, 2011.
3. B. Hu, D. Majoe, M. Ratcliffe, Y. Qi, Q. Zhao, H. Peng, D. Fan, M. Jackson and **P. Moore**, "EEG-Based Cognitive Interfaces for Ubiquitous Applications: Developments and Challenges". IEEE Intelligent Systems - Brain Informatics, Vol. 26, No. 5, pp. 46-53, 2011.

4. A. Thomas, **P. Moore**, H. Shah, C. Evans, M. Sharma, F. Xhafa, S. Mount, Hai V. Pham, A. J. Wilcox, A. Patel, C. Chapman and P. Chima, "Smart Care Spaces: Needs for Intelligent At-Home Care", *Int. J. Space-Based and Situated Computing*, Vol. 3, No. 1, pp. 35-44, 2013.
5. X. Zhang, B. Hu, J. Chen, and **P. Moore**, "Ontology-based Context Modeling for Emotion Recognition in an Intelligent Web", *World Wide Web*, DOI: 10.1007/s11280-012-0181-5, Springer Link, pp 1-17, Published Online September 2012.
6. **P. Moore** and Hai. V. Pham, "Personalization and Rule Strategies in Human-Centric Data Intensive Intelligent Context-Aware Systems", Accepted, To Appear in *The Knowledge Engineering Review*, Cambridge University Press, 2013.
7. A. Thomas, H. Shah, **P. Moore**, C. Evans, M. Sharma, S. Mount, Hai V. Pham, K. Osman, A. J. Wilcox, P. Rayson, C. Chapman, P. Chima, C. Athwal and D. While, "Challenges and Opportunities for the Future of iCampuses", *Computer Science, North America*, Vol. 14, Available at: <http://journals.agh.edu.pl/csci/article/view/105/53>, 2013.
8. **P. Moore**, A. Thomas, G. Tadros, F. Xhafa, L. Barolli, "Detection of the Onset of Agitation in Patients with Dementia: Real-Time Monitoring and the Application of Big Data Solutions", Accepted, To appear in *Int. J. Space-Based and Situated Computing*, 2013.

(図書)

1. **P. Moore**, B. Hu and J. Wan, "Intelligent Context for Personalised Mobile Learning", In *Architectures for Distributed and Complex M-Learning Systems: Applying Intelligent Technologies*, (Eds) S. Caballe; F. Xhafa; T. Daradoumis; A. A. Juan, Hershey, PA, USA, IGI Global, 236-270, 2010.
2. **P. Moore**, B. Hu and M. Jackson, "Fuzzy ECA Rules for Pervasive Decision-Centric Personalized Mobile Learning", In *Computational Intelligence for Technology Enhanced Learning*, (Eds) Fatos Xhafa, Santi Caballe, Ajith Abraham, Thanis Dardoumis, Angel Juan. Springer-Verlag, *Studies in Computational Intelligence*, Vol 273, ISBN: 978-3-642-11223-2, <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-11224-9>, 2010.
3. X. Zhang, B. Hu, L. Zhou, **P. Moore** and J. Chen, "An EEG Based Pervasive Depression Detection for Females", *Pervasive Computing and the Networked World*, LNCS 7719, pp 848-861, 2013.
4. **P. Moore**, "Intelligent Context: The Realization of Decision Support Under Uncertainty", Eds: Fatos Xhafa, Nik Bessis, Accepted, to Appear in *Studies in Computational Intelligence*, Springer, 2013.

(国際会議論文)

1. J. Wan, B. Hu, **P. Moore** and R. Ashford, "Intelligent Mobile Computing to Assist in the Treatment of Depression", *Proc. of the 3rd International Conference on Pervasive Computing and Applications (ICPCA 2008)*, pp. 650-655, 2008.
2. **P. Moore**, B. Hu, M. Jackson and J. Wan, "Intelligent Context for Personalised M-Learning", *Proc. of the International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems (CISIS 2009)*, pp. 248-254, 2009.
3. **P. Moore**, "The Complexity of Context in Mobile Information Systems", *Proc. of the 12th International Conference on Network-Based Information Systems (NBIS 2009)*, pp. 91-96, 2009.
4. **P. Moore**, M. Jackson and B. Hu, "Constraint Satisfaction in Intelligent

- Context-Aware Systems”, Proc. of the Fourth International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems (CISIS 2010), pp. 75-80, 2010.
5. R. Ashford, **P. Moore**, B. Hu, M. Jackson and J. Wan, “Translational Research and Context in Health Monitoring Systems”, Proc of the Fourth International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems (CISIS 2010), pp. 81-86, 2010.
  6. **P. Moore**, B. Hu and M. Jackson, “Rule Strategies for Intelligent Context-Aware Systems: The Application of Conditional Relationships in Decision-Support”, Proc. of the International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems (CISIS 2011), pp. 9-16, 2011.
  7. X. Li, B. Hu, W. Campbell, **P. Moore** and H. Peng, “EEG-based Attention Recognition”, Proc. of the 6th International Conference on Pervasive Computing and Application (ICPCA) and the 3rd International Symposium of Web Society (SWS) (ICPCA/SWS2011), pp. 196-201, 2011.
  8. H. Peng, B. Hu, Q. Liu, Q. Dong, Q. Zhao, and **P. Moore**, “User-centered Depression Prevention: An EEG Approach to Pervasive Healthcare”, Proc. of the 5th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth 2011), pp. 325-330, 2011.
  9. X. Zhang, B. Hu, **P. Moore**, J. Chen and L. Zhou, “Emotiono: An Ontology with Rule-Based Reasoning for Emotion Recognition”, Proc. of the 2011 International Conference on Neural Information Processing (ICONIP 2011), Volume 7063/2011, pp. 89-98, 2011.
  10. B. Hu, C. Mao, W. Campbell, **P. Moore**, L. Liu and G. Zhao, “A Pervasive EEG-based Biometric System”, Proc. of 2011 International Workshop on Ubiquitous Affective Awareness and Intelligent Interaction (UAII 2011), pp.17-24, 2011.
  11. **P. Moore** and Hai. V. Pham, “Predicting Intelligence using Hybrid Artificial Neural Networks in Context-Aware Tunneling Systems under Risk and Uncertain Geological Environment”, Proc. of the 6th International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems (CISIS 2012), pp. 989-994, 2012.
  12. **P. Moore** and Hai. V. Pham, “Intelligent Context with Decision Support under Uncertainty”, Proc. of the 6th International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems (CISIS 2012), pp. 977-982, 2012.
  13. **P. Moore** and Hai. V. Pham, “Personalized Intelligent Context-Aware e-Learning On Demand”, Proc. of the 6th International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems (CISIS 2012), pp. 965-970, 2012.
  14. A. M. Thomas, H. Shah, **P. Moore**, P. Rayson, A. J. Wilcox, K. Osman, C. Evans, C. Chapman, C. Athwal, D. While, D. Hai.V. Pham and S. Mount, “E-education 3.0 Challenges and Opportunities for the Future of iCampuses”, Proc of the 6th International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems (CISIS 2012), pp. 953-958, 2012.
  15. C. Evans, **P. Moore** and A. M. Thomas, “An Intelligent Mobile Advertising System (iMAS): Location-Based Advertising to Individuals and Business”, Proc. of the 6th International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems (CISIS 2012), pp. 959-964, 2012.
  16. X. Zhang., B. Hu, L. Zhou, **P. Moore** and J. Chen, “A Pervasive EEG Based Analysis to Detect Depression in Females”, Proc. of the 7th International Conference on Pervasive Computing and Application (ICPCA 2012) and the 4th International Symposium of Web Society (SWS 2012), 9 pages, 2012.
  17. **P. Moore**, C. Evans and Hai V. Pham, “Towards Implementing Emotion into Intelligent Context”, Proc. of the 13th International Conference on Web

Information Systems Engineering (WISE 2012), Vol. LNCS 7652, 14 pages, Springer, 2012.

18. **P. Moore**, C. Evans and G. Tadros, "Towards Independent Assisted Living: The Application of Intelligent Context-Aware Systems", Proc. of the Workshops of 27th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications (WAINA-2013), pp. 1180-1185, 2013.
19. A. M. Thomas, C. Evans, **P. Moore**, M. Sharma, A. Patel, H. Shah, P. Chima, S. Abu Rmeileh, G. Dubb and R. Bhana, "eMonitoring for eHealth: Research Projects for Assisted Living", Proc. of the Workshops of 27th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications (WAINA-2013), pp. 1180-1185, 2013.
20. C. Evans, **P. Moore**, A. M. Thomas and O. Pavlemko, "iMAS: an Intelligent Mobile Advertising System Development and Implementation", Proc. of the Workshops of 27th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications (WAINA-2013), pp. 1192-1196, 2013.
21. **P. Moore**, A. Thomas, G. Tadros, L. Barolli and H. V. Pham, "Situation Awareness for Enhanced Patient Management", Proc. of the 7th International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems (CISIS 2012), pp. 493-498, 2013.
22. A. Thomas, **P. Moore**, C. Evans, M. Sharma, P. Chima, V. Vijay and S. Abu Rmeileh, "Emotive Sensors for Intelligent Care Systems", Proc. of the 7th International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems (CISIS 2012), pp. 499-504, 2013.
23. J. Chen, B. Hu, Na. Li, C. Mao and **P. Moore**, "A Multimodal Emotion-Focused E-health Monitoring Support System", Proc. of the 7th International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems (CISIS 2012), pp. 505-510, 2013.
24. R. Austin, D. Newell, M. Sharma and **P. Moore**, "Situating Computing and Virtual Learning Environments e-Learning and the Benefits to the Students Learning", Proc. of the 7th International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems (CISIS 2012), pp. 523-528, 2013.
25. **P. Moore**, F. Xhafa, L. Barolli and M. Sharma, "Context and the Cloud: Situational Awareness in Mobile Systems", Accepted, to Appear in Proc. of the 16th International Conference on Network-Based Information Systems (NBIS 2013), 8 pages, September 2013.
26. **P. Moore**, A. Thomas, F. Xhafa and L. Barolli, "Context and the Virtual Campus: Collaboration in Tertiary Education", Accepted, to Appear in Proc of the 5th International Conference on Intelligent Networking and networking Systems (INCoS 2013), 7 pages, September 2013.