

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 11 日現在

機関番号：32657

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21700244

研究課題名（和文）マルチセンサーによる文脈・状況推定を用いた共同開発支援システムの研究

研究課題名（英文）A Research of Web based Corporative Work Support System using Multi Sensor Fusion

研究代表者

櫻井 義尚（SAKURAI YOSHITAKA）

東京電機大学・情報環境学部・助教

研究者番号：30408653

研究成果の概要（和文）：ユーザの状況推定、プロフィールに基づく意志疎通・判断・理解支援による共同作業支援システムを提案した。提案したシステムは、様々な生体情報や文脈情報など多種多数の異種情報を融合することにより、ユーザの状況を推定し、推定された状況情報に基づいてウェブに情報を反映したり、ユーザにメッセージを送ったりするなどして意志疎通・判断・理解支援を行う。また、文脈推論のためのルール表現形式、信頼度情報に基づいた情報融合方式についても提案・検証を行った。

研究成果の概要（英文）：Due to the geographical distribution, different cognitive capacity, and different domain competency of workers or learners, many misunderstandings can occur during distributed remote collaboration, leading to inefficient discussions and undesired results. To make remote collaboration more efficient and dependable, enriching cyberspace through adaptively utilizing multimedia information is proposed and evaluated. This assesses situations of remote users through information fusion of multiple biomedical sensors and the related contexts such as user profiles. Transmitting and using such information, the system adaptively supports the distributed remote collaboration by stressing, warning, and presenting keywords/ summaries in multimedia. Effects of presenting keywords/ summaries adaptively depending on situations and cognitive profiles of remote members are evaluated as to the decrease of not-/ misunderstanding possibilities during the explanation on the Cyberspace. The evaluation demonstrates the feasibility and usefulness of the proposed method.

交付決定額

（金額単位：円）

|        | 直接経費      | 間接経費    | 合計        |
|--------|-----------|---------|-----------|
| 2009年度 | 1,500,000 | 450,000 | 1,950,000 |
| 2010年度 | 1,100,000 | 330,000 | 1,430,000 |
| 2011年度 | 600,000   | 180,000 | 780,000   |
| 年度     |           |         |           |
| 年度     |           |         |           |
| 総計     | 3,200,000 | 960,000 | 4,160,000 |

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学、感性情報学・ソフトコンピューティング

キーワード：感性計測評価

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 宇宙・原子力を始めとする大規模共同開発では遠く離れた担当者間の打合せが容易でない。電話やメール、時には無連絡にさえなり、担当間のインターフェイス不良による事故が多い。そこで、ウェブを利用した共同開発支援システムを研究している。このシステムの仮想空間、つまりサイバースペース内には、スライド・ホワイトボード・シミュレーション対象やアバターと呼ばれる知能型エージェントが、チャット画面には文章が表示される。各サイトの人間の映像や音声も伝わる。しかしそれでも担当間で情報が正しく伝わらず、インターフェイス不良が発生することが多い。例えば、疲れや眠気により見逃し聞き逃しをしても相手がそれに気がつかない。または、十分に真意が汲み取れないなどのことが起きてしまう。

(2) これまで、コミュニケーション支援に関する研究としては、言語解析により会話情報の補間を行うものや、議論の活性化のためにユーザの役割を定量化するなどの研究はあるが、確実な意志伝達のためにユーザの状況に基づいて支援を行う研究は無い。

## 2. 研究の目的

(1) ユーザの状況推定に基づく意志疎通・判断支援システムの開発を行い、インターフェイス不良が発生する可能性を低減し、ウェブを利用した共同開発支援システムの高信頼化を図る。

(2) 提案するシステムは、様々な生体情報に加えて文脈情報（環境、場面）や個人特性（ユーザ認知プロファイル）など多種多数の異種情報を融合することにより、ユーザの状況を推定し、推定された状況情報に基づいて、ユーザに情報提供するなどして作業・意思決定支援を行う。

## 3. 研究の方法

(1) 異種情報の統合による状況推定：多数の生体情報センサー（脈波、皮膚温、発汗など）からの情報（連続的な数値情報）とカメラから読み取られたユーザのしぐさ（離散的な記号情報）や、キーボードやマウスなどの入力装置の利用具合など多種多様な異種情報を統合することによりユーザの状況推定を行う。

(2) トップダウンとボトムアップを組合せたマルチセンサーフュージョン：推定精度を向上させるためには、できるだけ多くの情報を考慮して推定する必要がある。そこで、多数の生体情報センサーを用いて、同時に多数の生体情報を読み取り、これらの情報を融合することによりユーザの肉体的・精神的状況を推定する。しかし、多数多種の情報を全て情報処理することはリアルタイム性の面か

ら難しい。また生体情報はノイズが多いため確認処理が必要になる。そこで、脳の情報処理と同じく、ボトムアップによる状況の合成など一方向処理だけでなく、トップダウン的、文脈依存的処理を組合せる。文脈の認識により予測を絞って状況推定を行い、推定結果に基づき情報要求などの確認処理を行う事によりリアルタイム性と確実性を高める。

(3) 個人の認知特性による意図誤解の高精度検出個人特性に基づいた支援を行う。設計・管理意図に対する認知特性や理解力は個人で異なる。そこで設計・管理意図理解の確認精度向上のため各関係者の認知モデルを利用した認知プロファイルベース推論を行う。認知プロファイルとは、記憶特性、理解特性など個々のユーザの認知能力の特性やそのモデルを表現するデータ即ち認知レベルのユーザプロファイルである。

## 4. 研究成果

(1) ユーザの挙動解析のため、USB カメラによる動画像から、顔の向き変化、余所見などを解析するソフトウェアの改良を行い、認識精度の向上を実現した。また、顔の向き変化、余所見などをロバストに検知するためのセンサーフュージョン手法について提案した。これは、タイプの異なる2つの画像認識システムからの結果と生体情報による結果から、推定結果の確認を行い、推定の信頼性を向上させるもので、この研究結果を国際会議において発表した。

(2) 遠隔会議におけるユーザに対する有効な情報提示方法を検証するため、ユーザの認知プロファイルと有効な情報提示方法の関係を検証する実験を行い、この結果を国際会議において発表した。

(3) ユーザプロファイルを用いてユーザ支援を行う遠隔学習システムを提案し、国際学会において発表した。

(4) ノイズの影響を考慮した複数センサーの統合アーキテクチャについて提案し、国際会議において発表した。これは、各情報の信頼度に基づいた情報融合を段階的に行う事により、生体情報のようにノイズの影響を受けやすいセンサ情報による状況推論を可能にするものである。

(5) ユーザの操作情報を基にしてユーザの感性プロファイルを作成し、ユーザの作業支援を行う方式を提案・検証し、論文誌に投稿した。これは、感性に基づいた情報検索を助けるもので、過去のユーザの検索履歴からユーザの感性、指標の捉え方とデータベースに設定されている情報とのギャップを学習し、自動修正するものである。

(6) ユーザの状況推定精度を高めるためには、文脈情報の利用が不可欠である。高度な文脈推論を実現するための推論方式とその

記述様式の提案を行った。記述されていなければ真偽不明とする閉世界仮説 (OW) をとる OWL などの DL (Description Logic: 記述論理) と、記述されていなければ偽とする閉世界仮説 (CW) をとる Prolog など従来の一階述語論理とを共存させ、ルール評価を選択的に行うハイブリッド推論とを提案し、様々なセンサー情報と統合するため、各センサーの信頼情報の推定方式と信頼度に基づいたセンサーフュージョン手法を提案した。これらの研究成果を国際会議において発表し、国際学術論文として出版した。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 20 件)

- ① K. Takada, Y. Sakurai, Kinshuk, R. Knauf, S. Tsuruta: "Enriched Cyberspace through Adaptive Multimedia Utilization for Dependable Remote Collaboration", IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics – Part A, IEEE, DOI:10.1109/TSMCA.2012.2183588 (掲載決定, ページ未定), 査読有.
- ② Y. Sakurai, K. Takada, M. Anisetti, V. Bellandi, P. Ceravolo, E. Damiani, S. Tsuruta: "Toward Sensor-Based Context Aware Systems", Sensors, Vol.12, No. 1, pp. 632-649, MDPI, DOI:10.3390/s120100632, 査読有, (2012.01).
- ③ Y. Sakurai, K. Takada, T. Kawabe, S. Tsuruta: "Biological Sensor Fusion Using Information Request and User Profile for dependable Web-based CSCW Systems", Proc. of the 7th International Conference on Signal Image Technology & Internet Based Systems (SITIS' 2011), pp.193-200, IEEE, DOI: 10.1109/SITIS.2011.69, 査読有, (2011.11).
- ④ Y. Sakurai, K. Takada, E. Damiani, S. Tsuruta: "Efficient and Rich Context Representation for Web Applications", Proc. of the 7th International Conference on Signal Image Technology & Internet Based Systems (SITIS' 2011), pp.83-88, IEEE, DOI:10.1109/SITIS.2011.70, 査読有, (2011.11).
- ⑤ 櫻井義尚, 高田考平, 小野山隆, 塚本奈津貴, 鶴田節夫: "配送ルート最適化向けランダムリスタート融合 GA 方式", 電気学会論文誌 C, Vol. 131, No. 8, pp.1485-1494, DOI:10.1541/ieejieiss.131.1485, 査読有, (2011.08).
- ⑥ Y. Sakurai, K. Takada, T. Kawabe, S. Tsuruta: "Biological Sensor Fusion Using Information Request for Dependable Web-based CSCW Systems", Proc. of the Fifth International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems (CISIS 2011), pp.674-679, IEEE, DOI: 10.1109/CISIS.2011.113, 査読有, (2011.06).
- ⑦ Y. Sakurai, K. Takada, N. Tsukamoto, T. Onoyama, R. Knauf, S. Tsuruta: "A Simple Optimization Method based on Backtrack and GA for Delivery Schedule", Proc. of the 2011 IEEE Congress on Evolutionary Computation, pp.2790-2797, IEEE, DOI:10.1109/CEC.2011.5949968, 査読有, (2011.06).
- ⑧ Y. Sakurai, P. Ceravolo, E. Damiani, S. Tsuruta: "Toward open world and multimodal situation models for sensor-aware web platforms", Ubiquitous Computing and Multimedia Applications, T. Kim, H. Adeli, R. J. Robles, and M. Balitanas (Eds.), Vol. 151, pp.285-293, Springer, DOI:10.1007/978-3-642-20998-7\_35, 査読有, (2011.04).
- ⑨ Y. Sakurai, R. Knauf, T. Kawabe, S. Tsuruta: "Adaptive Kansei Search Method Using User's Subjective Criterion Deviation", International Journal of Computer Vision and Image Processing (IJCVIP), Vol. 1, Issue 1, pp.14-26, IGI Global, DOI:10.4018/ijcvip.2011010102, 査読有, (2011.01).
- ⑩ Y. Sakurai, K. Takada, R. Knauf, S. Tsuruta: "A Retrieval Method Adaptively Reducing User's Subjective Impression Gap", Multimedia Tools and Applications, DOI:10.1007/s11042-010-0690-0, pp.1-16, Springer, 査読有, (2011.01).
- ⑪ Y. Sakurai, Kinshuk, K. Takada, T. Kawabe, R. Knauf, S. Tsuruta: "Evaluation of Enriched Cyberspace for Adaptive Support of Remote Collaboration", Proc. of the 6th International Conference on Signal Image Technology & Internet Based Systems (SITIS' 2010), pp.225-232, IEEE, DOI: 10.1109/SITIS.2010.46, 査

- 読有, (2010.12).
- ⑫ Y. Sakurai, K. Takada, T. Kawabe, S. Tsuruta: "Biological Sensor Fusion using Sensor Reliability Evaluation for Situation Assessment", Proc. of the 6th International Conference on Signal Image Technology & Internet Based Systems (SITIS' 2010), pp.107-113, IEEE, DOI: 10.1109/SITIS.2010.28, 査読有, (2010.12).
- ⑬ A. J. Gonzalez, S. Tsuruta, Y. Sakurai, J. Nguyen, K. Takada and K. Uchida: "Using Contexts to Supervise a Collaborative Process", Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing (AIEDAM), DOI:10.1017/S0890060410000156, pp.1-16, Cambridge University Press, 査読有, (2010.10).
- ⑭ Y. Sakurai, Kinshuk, K. Takada, R. Knauf, S. Tsuruta: "Enriched Cyberspace through Adaptive Multimedia Utilization for Dependable Remote Collaboration", Proc. of 2010 IEEE 24th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA), pp.61-67, IEEE, DOI: 10.1109/WAINA.2010.106, 査読有, (2010.4).
- ⑮ Y. Sakurai, Kinshuk, S. Graf, A. Zarypolla, K. Takada, R. Knauf, S. Tsuruta: "Proposal and Evaluation of Adaptive Multimedia Utilization Method for reliable Web based Collaboration", Proc. of the 5th IEEE International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems (SITIS 2009), pp.385-392, IEEE, DOI: 10.1109/SITIS.2009.67, 査読有, (2009.11).
- ⑯ Y. Sakurai, R. Knauf, S. Tsuruta: "A Search Method that can Dynamically Learn User's Subjective Feeling", Proc. of the 5th IEEE International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems (SITIS 2009), pp.221-227, IEEE, DOI: 10.1109/SITIS.2009.44, 査読有, (2009.11).
- ⑰ Kinshuk, Y. Sakurai, K. Takada, S. Graf, A. Zarypolla, S. Tsuruta: "Providing Adaptive Support in Computer Supported Collaboration Environments", Proc. of the 2009 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (SMC 2009), pp1341-1346, IEEE, DOI: 10.1109/ICSMC.2009.5346236, 査読有, (2009.10).
- ⑱ Y. Sakurai, Kinshuk, S. Graf, A. Zarypolla, K. Takada, S. Tsuruta: "Enriching web based computer supported collaborative learning systems by considering misunderstandings among learners during interactions", Proc. of the 9th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (IEEE ICALT2009), pp306-310, IEEE, DOI: 10.1109/ICALT.2009.69, 査読有, (2009.7).
- ⑲ Y. Sakurai, K. Takada, S. Hashida, S. Tsuruta: "Augmented Cyberspace exploiting Real-time Biological Sensor Fusion", Proc. of the 22th International Florida Artificial Intelligence Research Society Conference (FLAIRS-2009), pp145-146, ACM, URL: <http://aaai.org/ocs/index.php/FLAIRS/2009/paper/view/110>, 査読有, (2009.5).
- ⑳ 櫻井義尚, 鶴田節夫: "個人の主観的イメージを自動学習する検索手法", 日本知能情報フuzzy学会誌「知能と情報」, Vol.21, No.2, pp.214-221, DOI:10.3156/jsoft.21.214, 査読有, (2009.4).

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

櫻井 義尚 (SAKURAI YOSHITAKA)  
東京電機大学・情報環境学部・助教  
研究者番号：30408653

### (2) 研究分担者 なし

### (3) 連携研究者 なし