

戦略的国際共同研究プログラム(SICORP)

日本ーフィンランド共同研究

終了報告書 概要

1. 研究課題名：「高齢者のためのユーザインタフェースデザイン」
2. 研究期間：2015年4月～2018年3月
3. 主な参加研究者名：
日本側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	任 向実	教授	高知工科大学	Managing and designing the whole project
主たる共同研究者	Sayan Sarcar	Postdoc	Kochi University of Technology	Text entry, Modelling
主たる共同研究者	Zhenxin Wang	Postdoc	Kochi University of Technology	Modelling, Optimization
研究参加者	Chaklam Silpasuwanchai	Postdoc	Kochi University of Technology	UI design
研究参加者	Yukinobu Hoshino	Associate Professor	Kochi University of Technology	Haptic Interaction
研究期間中の全参加研究者数			13名	

フィンランド側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	Antti Oulasvira	Associate Professor	Aalto University	Managing and designing the whole project
主たる共同研究者	Jussi Jokinen	Postdoc	Aalto University	Modelling, Text entry
主たる共同研究者	Mika Jokiniemi	Master student	Aalto University	Coding, conducting experiments
研究参加者	Olli Savisaari	Master student	Aalto University	Conducting experiments
研究期間中の全参加研究者数			6名	

4. 共同研究の概要

高齢者の老化作用には多様性があり一人一人が非常に異なることから、ユーザ・インタフェースの利用においては、多くの問題が発生する。本プロジェクトは、高齢者の運動機能および認知機能により適応した画期的なユーザ・インタフェースを調査・研究することにある。このプロジェクトは3つの有望な成果を得た：(1) 高齢者、特に感覚運動障害および認知機能障害を持つ高齢者のためのユーザ・インタフェース・デザインの改善のための計画的設計方法を提案および実証した；(2) 新規キーボード・レイアウトに対する視覚探索による習得方法の理解のための新しいモデルを構築した；(3) 電気振動技術を利用した高い触覚感度とペン制御力を有するスマート・ペンをデザインおよび開発した。

5. 共同研究の成果

5-1 共同研究の学術成果

- 本プロジェクトは、アビリティ・ベース・オプティマイゼーションと呼ばれる、高

高齢化人口のための最適化に基づいたユーザ・インタフェースの設計方法の概要を示すという当初の主な技術目標を達成した。事例研究として高齢化人口に適応する、タッチスクリーン装置上にテキスト入力インタフェースをデザインした。本研究は *IEEE Pervasive computing* (2018)において発表された。

- 新規キーボード・レイアウトに対する視覚探索による学習方法の理解のための新しいモデルを構築した。本研究は HCI 分野最高峰の学会（ACM CHI 2017）で発表され、最優秀論文賞を受賞した（提出論文 2400 本中 1%のみが受賞）。
- 電気振動技術を利用した高い触覚感覚およびペン制御力を有するスマート・ペンのデザインおよび開発した。本研究は ISS 2016（提出論文 119 本中、最優秀論文賞を受賞した）、SIGGRAPH ASIA 2016 および ACM CHI 2017 で発表された。

5-2 国際連携による相乗効果

- 国際的共同研究は本課題とプロジェクトにとって決定的に重要な意味を持っている。日本とフィンランドの両国が著しい高齢化人口を抱えており、シニア層の生活の質を改善する必要性が高まっている。日本とフィンランドチームの双方が、実験デザインと実施、データ解析、およびアビリティ・ベース・オプティマイゼーションのフレームワーク構築に取り組んだ。特に、フィンランドチームは認知モデルの構築とモデル・パラメータの調整に取り組んだ一方で、日本チームは機械学習のアルゴリズムによるデータ解析とモデル・パラメータのバックフィッティングに焦点を置いた。
- 本共同プロジェクトは、インタラクティブタスクにおけるヒューマンパフォーマンスの研究とモデル化、および独自の触覚スマート・ペン装置の開発に対する、日本とフィンランドの相互の研究的興味から生まれたものである。共同研究の成果は、この分野の最も重要な学会である ACM CHI、著名な学術誌 *IEEE Pervasive computing*、その他のフルペーパーで査読ありの国際学会（ISS 2016 など）で研究発表された。これらのレベルの高い論文は、本プロジェクトに参加したポスドク研究員のキャリアを促進させた。
- ポスドク研究員 3 名の相手国訪問期間は総計 7.5 ヶ月に及ぶ。国際学会が 1 つ、SIG (CHI 2016)会議が 1 つ、国際ワークショップが 4 つ（2 つは高知工科大学で、2 つはそれぞれ CHI2017 と CHI2018 で）行われた。総計 200 名以上の世界各国の研究者がこれらのワークショップに参加した。

5-3 共同研究成果から期待される波及効果

- 科学的効果：新提案のアビリティ・ベース・オプティマイゼーションにより、高齢者や特別層のためのユーザ・インタフェースをカスタマイズするホワイト・ボックス・アプローチを示した。
- 産業的効果：我々の新しいフレームワークは、障害ユーザ層に向けた適切で個別なインタフェースの開発において、新しい独自の方向性を開いた。アビリティ・ベース・オプティマイゼーション・アプローチを、ゲーム・デザイン、ウェブ・インタフェース・デザインなどのインタラクティブ技術や民間産業の他分野でも応用することができる。
- 社会的効果：通常、ユーザ・インタフェースは“汎用的”なデザイン思考によって設計されている。障害を持つユーザ、振戦、認知もしくは記憶機能障害などいずれも身体的障害を持つユーザについては、そのような画一的なデザインを設計する上では考慮されていない。本プロジェクトは、計算最適化と認知モデリングを組み合わせることで、障害を持つユーザに適応するアビリティ・ベース・デザインを開発し、この問題を解決することを目的とした。
- 世界的学術的影響力の波及：多様な学術的対話（国際学会、SIG 会議、ワークショップなど）を図り、学際的科学研究に影響を与えた。

Strategic International Collaborative Research Program (SICORP)
 Japan – Finland Joint Research Program
 Executive Summary of Final Report

1. Project Title : 「User Interface Design for the Ageing Population」
2. Project Period : April, 2015 ~ March, 2018
3. Main Participants :

Japan-side

	Name	Title	Affiliation	Role
PI	Xiangshi REN	Professor	Kochi University of Technology	Managing and designing the whole project
Collaborator	Sayan Sarcar	Postdoc	Kochi University of Technology	Text entry, Modelling
Collaborator	Zhenxin Wang	Postdoc	Kochi University of Technology	Modelling, Optimization
Collaborator	Chaklam Silpasuwanchai	Postdoc	Kochi University of Technology	UI design
Collaborator	Yukinobu Hoshino	Associate Professor	Kochi University of Technology	Haptic Interaction
Total number of participating researchers in the project:				13

Finland-side

	Name	Title	Affiliation	Role
PI	Antti Oulasvirta	Associate Professor	Aalto University	Managing and designing the whole project
Collaborator	Jussi Jokinen	Postdoc	Aalto University	Modelling, Text entry
Collaborator	Mika Jokiniemi	Master student	Aalto University	Coding, conducting experiments
Collaborator	Olli Savisaari	Master student	Aalto University	Conducting experiments
Total number of participating researchers in the project:				6

4. Summary of the joint project

Older adults differ vastly due to diverse conditions in the ageing process which lead to numerous problems for them while using user interfaces. This project studies novel user interfaces that better suit and adapt to elderly people's movement capabilities and cognitive functioning. We obtained three promising outcomes in the project: (1) we proposed and examined a computational design approach for improving user interface designs for older adults, specifically people with sensorimotor and cognitive impairments; (2) we built a new model to understand the visual search learning strategy while coping with new keyboard layouts; (3) we designed and developed a smart-pen with high haptic sensitivity and pen control abilities which incorporates electrovibration technology.

5. Outcomes of the joint project

5-1 Academic outputs

- The project has fulfilled the original main technical goal of outlining an optimization based user interface design approach for ageing populations, which is called "Ability-based Optimization". We designed a text entry interface for touchscreen devices which is suitable for the ageing populations as the case study. This work has been published in *IEEE Pervasive computing* (2018).
- We built a new model to understand visual search learning strategies while coping with new keyboard layouts. The work has been presented at the top-tier conference (ACM CHI 2017) and was awarded best paper (1% among 2400 submitted papers).
- We designed and developed a smart-pen with high haptic sensitivity and pen control abilities using electrovibration technology. This work has been presented at ISS 2016 (winning the best paper award among 119 submitted papers), SIGGRAPH ASIA 2016, and ACM CHI 2017.

5-2 Synergy through the Collaboration

- International collaboration was critical for the topic and project. Japan and Finland both have significant ageing populations and a great need to improve the quality of life of the seniors' demographic. Both Japan and Finland teams are involved in experimental design and execution, data analysis and building of the Ability-based Optimization framework. Specifically, the Japan team focuses on machine learning algorithm driven data analysis and on back-fitting of the model parameters while the Finland team is involved in building cognitive models and in tuning model parameters.
- This collaborative project was born out of mutual research interests in modelling and studying human performance in interactive tasks and in developing unique haptic smart-pen devices. Collaborative foundations were laid in exchanges at the flagship conference of the field, ACM CHI, the prestigious *IEEE Pervasive computing* journal and the other full-paper reviewed international conferences (e.g. ISS 2016). These strong papers have advanced the careers of the participating postdocs.
- There was a total of 3 postdoc exchanges spanning 7.5 months in total. One International Conference, one SIG (CHI 2016), and four International workshops (two in Kochi and two at CHI 2017, CHI 2018) were held. More than two hundred researchers in total and from around the world participated in these workshops.

5-3 Potential Effects/Impacts on Society

- Scientific: A new principle demonstrated a white-box approach to customizing user interfaces for ageing adults and special demographics.
- Industrial: Our new framework opens a new unique direction in developing suitable and personalized interfaces for impaired user groups. It is possible to adapt the Ability-based Optimization approach to other areas of interactive technology and commercial industry, such as game design, web interface design, etc.
- Societal: User interfaces are usually tailored with a 'one-size-fits-all' design thinking. Users with disabilities, either physical, such as tremor, cognitive, or memory dysfunction, are not usually considered in such broad designs. The project targeted this problem by developing adaptive ability-based design, which combines computational optimization with cognitive modelling.
- Global academic influence enhancement: Multifaceted academic communications (e.g., international conference, SIG meeting, workshop, etc.) were carried out to enhance multi-disciplinary scientific research.

共同研究における主要な研究成果リスト
List of Major Joint Research Outputs

1. 論文発表等 Publications

*原著論文 (相手側研究チームとの共著論文)

Original Publications (Articles co-authored with the Partner Research Teams)

*査読有り Peer-reviewed

- 1) S. Sarcar, J. Jokinen, A. Oulasvirta, C. Silpasuwanchai, Z. Wang and X. Ren. Towards ability-based optimization for aging users, *Proceedings of the International Symposium on Interactive Technology and Ageing Populations, ACM*, **2016**, 77-86.
- 2) J. Jokinen, S. Sarcar, A. Oulasvirta, C. Silpasuwanchai, Z. Wang, X. Ren. ~ Modelling Learning of New Keyboard Layouts, *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, ACM.*, **2017**, 4203-4215. (top 1% among 2,400 submitted papers)
- 3) S. Sarcar, J. Jokinen, A. Oulasvirta, Z. Wang, C. Silpasuwanchai and X. Ren. Ability-Based Optimization of Touchscreen Interactions, *IEEE Pervasive Computing (Special Issue on Accessibility)*, **2018**, 17(1):15-26

*原著論文 (相手側研究チームを含まない日本側研究チームの論文)

Original Publications (Articles by the Japanese Research Teams only, excluding the Partner Research Teams)

- 1) Q. Wang, X. Ren, S. Sarcar and X. Sun. EV-Pen: Leveraging Electro-vibration Haptic Feedback in Pen Interaction, *Proceedings of the 2016 ACM International Conference on Interactive Surfaces and Spaces, ACM*, **2016**:57-66 (1 out of 119 submitted papers).
- 2) Q. Wang, X. Ren and X. Sun. Enhancing Pen-based Interaction using Electro-vibration and Vibration Haptic Feedback, *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, ACM*, **2017**:3746-3750

*その他の著作物 (相手側研究チームとの共著総説、書籍など)

Other Media, e.g. reviews, books (Co-authored with the Partner Research Teams)

なし

*その他の著作物 (相手側研究チームを含まない日本側研究チームの総説、書籍など)

Other Media, e.g. reviews, books (by the Japanese Research Teams only, excluding the Partner Research Teams)

なし

2. 学会発表 Presentations at conferences

*口頭発表 (相手側研究チームとの連名発表) Oral Presentation (Joint Presentations with Partner Research Teams)

発表件数 total number : 計 5 件 (うち招待講演 Guest/Invited Speaker : 計 0 件)

*口頭発表 (相手側研究チームを含まない日本側研究チームの発表) Oral Presentation (by the Japanese Research Teams only, excluding the Partner Research Teams)

発表件数 total number : 計 3 件 (うち招待講演 Guest/Invited Speaker : 計 0 件)

*ポスター発表 (相手側研究チームとの連名発表) Poster Session (Joint Presentations with Partner Research Teams)

発表件数 total number : 計 2 件

*ポスター発表（相手側研究チームを含まない日本側研究チームの発表） Poster Session
(by the Japanese Research Teams only, excluding the Partner Research Teams)

発表件数 total number : 計 5 件

3. 主催したワークショップ・セミナー・シンポジウム等の開催 **Organization of workshops, seminars, symposia, etc.**

- 1) Seminar on HCI, Cognitive Science and understanding elderly user behavior as a case study, Organizer: Xiangshi Ren (Kochi University of Technology · Professor), Kochi University of Technology, Kochi, Japan, March 15, 2016, Number of Participants: 30
- 2) International Symposium on Interactive Technology and Ageing Populations (IxAP'16), Organizer: Xiangshi Ren (Kochi University of Technology · Professor), Sayan Sarcar (Kochi University of Technology · Assistant Professor), Antti Oulasvirta (Aalto University · Associate Professor), Kochi University of Technology, Japan, October 20, 2016~October 22, 2016, Number of Participants: 100
- 3) International Workshop on HCI and Aging Populations (IWHAP 2016) , Organizer: Xiangshi Ren (Kochi University of Technology · Professor), Kochi University of Technology, Kochi, Japan, December 20, 2016, Number of Participants: 30
- 4) One-day workshop on Designing Mobile Interactions for the Ageing Populations at ACM CHI 2016, Organizer: Sayan Sarcar (Kochi University of Technology · Assistant Professor), Cosmin Munteanu (University of Toronto · Assistant Professor), Jussi Jokinen (Aalto University · Postdoc), Antti Oulasvirta (Aalto University · Associate Professor), Chaklam Silpasuwanchai (Kochi University of Technology · Assistant Professor), Neil Charness (Florida State University · Professor), Mark Dunlop (University of Strathclyde · Associate Professor), and Xiangshi Ren (Kochi University of Technology · Professor), Colorado Convention Center, Denver, USA, May 6, 2017, Number of Participants: 50
- 5) International Workshop on Human-Engaged Computing (IWHEC 2017), Organizer: Xiangshi Ren (Kochi University of Technology · Professor), Sayan Sarcar (Kochi University of Technology · Assistant Professor), Antti Oulasvirta (Aalto University · Associate Professor), Kochi University of Technology, Kochi, Japan, October 11, 2017, Number of Participants: 25
- 6) One-day workshop on Designing Interactions for the Ageing Populations at ACM CHI 2018, Organizer: Sayan Sarcar (Kochi University of Technology · Assistant Professor), Cosmin Munteanu (University of Toronto · Assistant Professor), Jussi Jokinen (Aalto University · Postdoc), Antti Oulasvirta (Aalto University · Associate Professor), Neil Charness (Florida State University · Professor), Mark Dunlop (University of Strathclyde · Associate Professor), and Xiangshi Ren (Kochi University of Technology · Professor), Palais des Congrès de Montréal, Canada, April 22, 2018, Number of Participants: 26

4. 研究交流の実績 **International exchange activities**

【合同ミーティング】

- 1) The Japan team and Finland team have Skype meeting 1 time per week

- 2) April 20, 2015: Joint meeting at ACM CHI Conference on Human Factor in Computing Systems (CHI 2015), Convention Center, Seoul, South Korea
- 3) October 12 - October 17, 2015: Joint meeting between Japan and Finland teams, Kochi University of Technology, Kochi, Japan
- 4) May 9, 2016: Joint meeting at ACM CHI Conference on Human Factor in Computing Systems (CHI 2016), McEnery Convention Center, San Jose, California, USA
- 5) May 12, 2016: SIG meeting on Rethinking Mobile Interfaces for Older Adults at ACM CHI 2016, McEnery Convention Center, San Jose, California, USA

【学生・研究者の派遣、受入】

- 1) July 25-September 25, 2016: Sayan Sarcar went to Aalto University, Finland for conducting experiments and writing papers
- 2) July 29-September 24, 2017: Zhenxin Wang went to Aalto University, Finland for conducting experiments and writing papers
- 3) October 12-17, 2015: Antti Oulasvirta came to Kochi University of Technology, Japan for planning papers
- 4) March 5-May 5, 2016: Jussi Jokinen came to Kochi University of Technology, Japan for conducting experiments and writing papers.
- 5) October 19-22, 2016: Antti Oulasvirta came to Kochi University of Technology, Japan for planning papers
- 6) October 15-21, 2016: Jussi Jokinen came to Kochi University of Technology, Japan for planning papers
- 7) March 5-20, 2017: Jussi Jokinen came to Kochi University of Technology, Japan for planning papers
- 8) November 8-10, 2017: Antti Oulasvirta came to Kochi University of Technology, Japan for planning papers

5. 特許出願 **Number of patent applications**

研究期間累積出願件数 the number of applications : 1 件

6. 受賞・新聞報道等 **Awards, press reporting etc**

- 1) ISS 2016 Best Paper Award, Qinglong Wang, Xiangshi Ren, Sayan Sarcar, Xiaoying Sun, November 9, 2016
- 2) CHI 2017 Best Paper Award, Jussi Jokinen, Sayan Sarcar, Antti Oulasvirta, Chaklam Silpasuwanchai, Zhenxin Wang, Xiangshi Ren, May 11, 2017

7 . その他 **Others**

【市民向けアウトリーチ活動】

- 1) August, 2015: High school students joined open campus, and they were introduced to the Japan-Finland joint projects.
- 2) August, 2015: Oversea students joined summer school, and they were introduced to the Japan-Finland joint projects.
- 3) February, 2016: Kami Shiritsu Kataji Elementary School students visit CHEC, and they were introduced to the Japan-Finland joint projects.
- 4) July, 2016: High school students joined open campus, and they were introduced to the Japan-Finland joint projects.
- 5) October, 2017: Shimanto Shouwa elementary school students visit CHEC, and they were introduced to the Japan-Finland joint projects.
- 6) Overall 72 Scholars and oversea Students from around 16 countries visited CHEC for research discussion.