

意識的および無意識的な非言語的行動の ヒューマンインタフェースへの利用

(課題番号 12650249)

平成12年度～平成13年度科学研究費補助金 基盤研究(C)(2)
研究成果報告書

蔵コーナー

埼玉大学附属図書館



998005287

平成14年3月

研究代表者 埼玉大学工学部 教授

久野義徳

平成12年度～平成13年度科学研究費補助金 基盤研究(C)(2)
研究成果報告書

課題番号 12650249

研究課題 意識的および無意識的な非言語的行動の
ヒューマンインタフェースへの利用

研究組織

研究代表者 久野義徳 (埼玉大学工学部 教授)

研究分担者 中村明生 (埼玉大学工学部 助手)

島田伸敬 (大阪大学大学院工学研究科 助手)

研究経費

(金額単位：千円)

	直接経費	間接経費	合計
平成12年度	1,500	0	1,500
平成13年度	2,000	0	2,000
総計	3,500	0	3,500

研究発表

学会誌等

1. 村嶋照久, 久野義徳, 島田伸敬, 白井良明, “人間と機械のインタラクションを通じたジェスチャの理解と学習,” 日本ロボット学会誌, Vol.18, No.4, pp.590–599, 2000.
2. Y. Kuno, T. Murashima, N. Shimada, and Y. Shirai, “Interactive gesture interface for intelligent wheelchairs,” Proc. IEEE International Conference on Multimedia and Expo, CD-ROM, 2000.
3. Y. Kuno, T. Murashima, N. Shimada, and Y. Shirai, “Intelligent wheelchair remotely controlled by interactive gestures,” Proc. 15th International Conference on Pattern Recognition, Vol.4, pp.672–675, 2000.
4. N. Shimada, K. Kimura, Y. Shirai, and Y. Kuno, “Hand posture estimation by combining 2-D appearance-based and 3-D model-based approaches,” Proc. 15th International Conference on Pattern Recognition, Vol.3, pp.709–712, 2000.
5. N. Shimada, Y. Shirai, and Y. Kuno, “Model adaptation and posture estimation of moving articulated object using monocular camera,” H.H. Nagel and F. J. P. Lopez (Eds.), *Articulated Motion and Deformable Objects*, Lecture Notes in Computer Science 1899, Springer, pp.159–172, 2000.
6. Y. Murakami, Y. Kuno, N. Shimada, and Y. Shirai, “Intelligent wheelchair moving among people based on their observations,” Proc. 2000 International Conference on Systems, Man and Cybernetics, pp.1466–1471, 2000.
7. S. Chong, Y. Kuno, N. Shimada, and Y. Shirai, “Human-robot interface based on speech understanding assisted by vision,” T. Tan, Y. Shi, and W. Gao (Eds.), *Advances in Multimodal Interfaces – ICMI 2000*, Lecture Notes in Computer Science 1948, Springer, pp.16–23, 2000.
8. Y. Kuno, T. Murashima, N. Shimada, and Y. Shirai, “Understanding and learning of gestures through human-robot interaction,” Proc. 2000 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp.2133–2138, 2000.

9. O. Nishiyama, S. Chong, Y. Kuno, N. Shimada, and Y. Shirai, "Speech and gesture based interface using context and visual information," Proc. 6th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision, CD-ROM, 2000.
10. M.H. Jeong, Y. Kuno, N. Shimada, and Y. Shirai, "Complex hand-gesture recognition using active contour and switching linear model," Proc. 7th Korea-Japan Joint Workshop on Computer Vision, pp.151–156, 2001.
11. Y. Kuno, T. Murakami, N. Shimada, and Y. Shirai, "Intelligent wheelchair observing the faces of both user and pedestrians," Preprints of IFAC Workshop on Mobile Robot Technology, pp.232–237, 2001.
12. M.H. Jeong, Y. Kuno, N. Shimada, and Y. Shirai, "Recognition of shape-changing gestures based on switching linear model," Proc. 11th International Conference on Image Analysis and Processing, pp.14–19, 2001.
13. Y. Murakami, Y. Kuno, N. Shimada, and Y. Shirai, "Collision avoidance by observing pedestrians' faces for intelligent wheelchairs," Proc. 2001 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp.2018–2023, 2001.
14. M. Yoshizaki., Y. Kuno, and A. Nakamura, "Human-robot interface based on the mutual assistance between speech and vision," Proc. Workshop on Perceptive User Interfaces, CD-ROM, 2001.
15. Y. Kuno, T. Murakami, N. Shimada, and Y. Shirai, "User and social interfaces by observing human faces for intelligent wheelchairs," Proc. Workshop on Perceptive User Interfaces, CD-ROM, 2001.
16. M.H. Jeong, Y. Kuno, N. Shimada, and Y. Shirai, "Complex gesture recognition using coupled switching linear model," Proc. 5th Asian Conference on Computer Vision, pp.132–137, 2002.
17. 村上佳史, 久野義徳, 島田伸敬, 白井良明, "知的車椅子のための歩行者の観察に基づく衝突回避," 日本ロボット学会誌, 掲載決定.
18. Y. Kuno, N. Shimada, and Y. Shirai, "Robotic wheelchair based on the integration of human and environment observations," IEEE Robotics and Automation Magazine, 掲載決定.

19. M.H. Jeong, Y. Kuno, N. Shimada, and Y. Shirai, "Recognition of shape-changing hand gestures," IEICE Trans. Information and Systems, 掲載決定.

口頭発表

1. 鄭 文皓, 久野義徳, 島田伸敬, 白井良明, "Coupled switching linear model を利用した複雑なジェスチャー認識," 情報処理学会研究報告, Vol.2000, No.106 (2000-CVIM-124), pp.1-7, 2000.
2. 吉崎充敏, 久野義徳, "対話と視覚情報処理を用いた環境情報の獲得," 情報処理学会研究報告, Vol.2001, No.36 (2001-CVIM-127), pp.157-162, 2001.
3. 川崎広一, 久野義徳, "行動認識を用いた記憶支援システム," 第7回画像センシングシンポジウム講演論文集, pp.351-356, 2001.
4. 川崎広一, 久野義徳, "日常生活のモニタリングによる記憶支援システム," 2001年電子情報通信学会情報・システムソサイエティ大会講演論文集, pp.316-317, 2001.
5. 久野義徳, "ポインティングデバイスとしての身体動作," 情報処理学会研究報告, Vol.2001, No.87 (2001-HI-95, 2001-CVIM-129), pp.157-164, 2001.

概要

人間同士のコミュニケーションでは音声言語の他に視線やジェスチャなどの非言語的行動も重要な役割を果たしている。したがって、人間と機械の間でも非言語的行動によるコミュニケーションが可能になれば、人に優しい使いやすいヒューマンインタフェースが実現できると考えられる。そこで、ビデオカメラの画像からジェスチャなどの非言語的行動を認識してヒューマンインタフェースに利用しようという研究が活発になってきている。

これまでの研究では、コンピュータへの意思伝達という観点からジェスチャで指示を送ったり、視線で対象を選択するというような、意識的・意図的に行われる非言語的行動を利用することが主に考えられていた。しかし、人間同士の場合、非言語的行動の多くは無意識的・非意図的に行われる。ある情報を発信しようとして意図して意識的に行動したのではないのに、その行動が他者にその行動を行った人に関する重要な情報を提供する。そして、これが円滑なコミュニケーションを可能にしている。したがって、非言語的行動を用いたヒューマンインタフェースでも意識的・意図的な非言語的行動だけでなく、無意識的・非意図的な非言語的行動に着目すれば、さらに使いやすいものの実現が可能になると期待される。しかし、無意識的な行動には微妙な動きが多いと考えられるが、意識的に行う明らかな行動を認識するのもまだ難しいのが現状である。また、どのような無意識的行動がヒューマンインタフェースに有効かどうかとも分かっていない。

そこで、本研究では意識的非言語的行動に加えて無意識的非言語的行動を利用するヒューマンインタフェースの実現に向けて、ヒューマンインタフェースの基本的枠組と無意識的行動を利用したヒューマンインタフェースの実例を試作しての有効性の検討を行った。以下、研究成果の概要を項目に分けて述べる。詳細については、各項目にあげた論文をこの後に収録して示す(文献後の数字は本報告書における掲載ページ)。

1. ヒューマンインタフェースの枠組: 失敗の回復

意識的・無意識的にかかわらずコンピュータビジョンによる行動認識の失敗をなくするのは難しい。それより、失敗が起こるものとして、それを回復する機構を考える方が実際的である。ヒューマンインタフェースの場合は、機械を使用する人間がいるので、その人間とのインタラクションにより失敗を補うことが有効であると考え、検討を行った。

1.1 音声と視覚の相互支援

本研究では非言語的行動を対象にしているが、やはり、使いやすい人間の意思伝達手段

としては音声言語が重要である。そこで、視覚による認識の失敗を人間と機械の音声対話により回復する方法を検討した。また、ロボットが対象の場合、人間からの音声の指示を理解しただけでは、指示された仕事を実行できないことがある。音声だけでは指示の中で言及されたものと実世界の物体の対応が取れないからである。例えば、「本を取って。」という音声の指示の内容が理解できても、実世界で本を見つけられなければ、仕事を実行できない。このような、実世界との対応は視覚が主に担当する。そこで、音声を解析し、必要な視覚情報処理を起動する方法を検討した。以上のように、音声と視覚が相互に支援することにより人間の指示を理解してそれを実行する枠組を提案した。これに関する研究成果として、以下の3編の論文を収める。

1. O. Nishiyama, S. Chong, Y. Kuno, N. Shimada, and Y. Shirai, "Speech and gesture based interface using context and visual information," Proc. 6th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision, CD-ROM, 2000.
 11
2. 吉崎充敏, 久野義徳, "対話と視覚情報処理を用いた環境情報の獲得," 情報処理学会研究報告, Vol.2001, No.36 (2001-CVIM-127), pp.157-162, 2001.
 17
3. M. Yoshizaki., Y. Kuno, and A. Nakamura, "Human-robot interface based on the mutual assistance between speech and vision," Proc. Workshop on Perceptive User Interfaces, CD-ROM, 2001.
 23

1.2 インタラクションによるジェスチャの理解

登録されていない未知のジェスチャが認識できないのは当然だが、登録されたものでも、見る方向や照明などの環境の変動により認識できない場合がある。このように認識できないジェスチャの意味を人間とのインタラクションから理解する方法を検討した。なお、インタラクションの手段としては音声も可能だが、ここでは人間・機械の双方とも身体行動によるインタラクションを用いることにした。この場合、人間が行ったジェスチャが登録したものであって認識できた場合はよいが、そうでない場合は、まず、人間が手を動かしたのが、機械に向かって指示を意図したものなのか、そういう意図がなく他の目的、あ

るいは無意識に動かしたのかを知る必要がある。そこで、人間は一度で意思が伝わらなければ、何回か繰り返すであろうという仮説を導入した。すなわち、何回か同じ動きが繰り返された場合、指示の意図があつての動作であると判断する。そして、その動作から指示内容を推定し、その推定結果を少し実際に動いて示す。例えば右に動けという指示だと推定したら、少し右に動く。そして、それに対しての人間の反応を観察し、推定が正しかったかどうか判断する。このような行動を通してのインタラクションにより、失敗が回復できることを示した。これに関しては以下の2つの論文を収録する。

4. 村嶋照久, 久野義徳, 島田伸敬, 白井良明, “人間と機械のインタラクションを通じたジェスチャの理解と学習,” 日本ロボット学会誌, Vol.18, No.4, pp.590-599, 2000.

..... 27

5. Y. Kuno, T. Murashima, N. Shimada, and Y. Shirai, “Understanding and learning of gestures through human-robot interaction,” Proc. 2000 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp.2133-2138, 2000.

..... 37

2. 無意識的な非言語的行動の利用

無意識的な非言語的行動のヒューマンインタフェースへの利用について検討した。人間の場合は非常に多様な相手の行動を認識して情報を獲得しているが、これと同等のことの実現は現段階では困難であると考えられる。そこで、特定の応用の中で人間と機械が関わる特定の状況において、必然的に現れる無意識的な非言語的行動を利用することを検討した。人間は、その機械に対してある情報の伝達を意図して行動するわけではないが、その場面での自然な行動が、機械に円滑な人間への対応を可能にする情報を与えることになるものを検討した。この場合、行動自体は無意識に行うものではないが、機械への情報伝達を意図して意識的に行ったものではないという点で、広い意味で無意識的行動と考えることができる。無意識的行動全般の利用は今後の課題だが、無意識的行動の利用の発端として、このような利用法は有効なものであると考える。ここでは、実際にシステムを試作し、それぞれの応用においての有効性を確認した。

2.1 歩行者の顔の向きによる適切な衝突回避法の選択

人間は人混みの中でも相手を観察してうまく避けて進んでいくことができる。この場合の観察の対象はおもに視線や顔である。その観察により、相手がこちらを見ていないようなら、こちらから避けるようにする。相手がこちらに気づいているようなら、観察を続け、互いにどう避けるか考える。ときには同じ方向に避けて、まずい場合もあるが、全体としては相手を観察することで適切な障害物回避を行っている。このような機能を以前から研究していた知的車椅子に実現しようと研究を行った。これまでは機械のインタフェースとしては、使用者の利便や快適さしか考えられていなかった。しかし、車椅子のように使用者以外の人間ともかかわるようなものでは、使用者以外の回りの人間に対しても快適なものである必要があると考えるの研究である。この場合、歩行者は車椅子に気づいているかどうかを示すために顔を動かしているのではない。しかし、その動きが車椅子の円滑な衝突回避に役立っている。詳細については以下の2つの論文に述べる。

6. 村上佳史, 久野義徳, 島田伸敬, 白井良明, “知的車椅子のための歩行者の観察に基づく衝突回避,” 日本ロボット学会誌, 採録決定.

..... 43

7. Y. Murakami, Y. Kuno, N. Shimada, and Y. Shirai, “Collision avoidance by observing pedestrians’ faces for intelligent wheelchairs,” Proc. 2001 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp.2018–2023, 2001.

..... 51

2.2 視線による速度制御を用いた高速閲覧システム

インターネットにより多量の情報の獲得が容易にできるようになった。しかし、コンピュータの表示画面上で多量の情報を早く見るのは容易ではない。それに対し、本や新聞ではざっと眺めて興味のある記事を見つけてそこを詳しく読むということにより、効率的な情報入力が可能である。そこで、それと同等のことができるようなインターネットのブラウザを開発した。ここでは、表示画面上を個々の情報をもったウィンドウが高速にスクロールされていく。その中で興味をもったものに目を止めると、スクロールが止まり、そのウィンドウが拡大され詳細が表示される。また、スクロールされる画面を追う目の動きの速度に応じて、すなわち、使用者の読む速度に応じて、スクロールの速度が変化する。使用者はスクロールの速度を制御する意図で目を動かすのではないが、その動きを利用して読む速度に応じた表示速度に調整する。詳細については次の論文に述べる。

8. T. Numajiri, A. Nakamura, and Y. Kuno, "Speed browser controlled by eye movements," 未発表.

..... 57

2.3 行動認識を用いた記憶支援システム

これまでに述べてきた意味での無意識的行動の利用ではないが、無意識的行動に関連したものとして記憶支援システムを検討した。テレビのリモコンなどをどこに置いたか忘れてさがしまわることがあるが、これはリモコンのように身近に使うものは、それを置くことを強く意識せずに、その時点で手近なところに置いてしまうことがあるからだと考えられる。そこで、そのようなものを置く行動を認識し、必要なものがないときに助けてくれるシステムを開発した。詳細は以下の論文に述べる。

9. 川崎広一, 久野義徳, "行動認識を用いた記憶支援システム," 第7回画像センシングシンポジウム講演論文集, pp.351-356, 2001.

..... 61

3. 行動認識の基礎技術

Switching Linear Model を用いたジェスチャ認識

これまでに述べた2つの項目に関する研究の他に、人間の行動認識の基礎になる技術として、複雑な背景で、指の曲げ伸ばしを変えながら手を動かすという複雑なジェスチャをしても、手の輪郭を追跡し、ジェスチャの認識を行える方法を検討した。ジェスチャ認識では隠れマルコフモデルに基づく方法がこれまでよく用いられてきたが、複雑背景での変形を伴うジェスチャ認識に対しては十分なものではない。そこで、switching linear model を用いる方法を提案した。詳細は以下の論文に述べる。

10. M.H. Jeong, Y. Kuno, N. Shimada, and Y. Shirai, "Recognition of shape-changing hand gestures," IEICE Trans. Information and Systems, 掲載決定.

..... 67

4. その他

最後に、この研究課題以前の研究も含め、研究代表者が関与したコンピュータビジョンのヒューマンインタフェースへの応用の研究をまとめ、その課題を議論した論文を収録しておく。

11. 久野義徳, “ポインティングデバイスとしての身体動作,” 情報処理学会研究報告, Vol.2001, No.87 (2001-HI-95, 2001-CVIM-129), pp.157-164, 2001, に加筆, 未発表.

..... 77