

未来開拓谷内田プロジェクト -インタラクションによる感性創発世界の構築-

谷内田 正彦[†] 岩井 儀雄[†] 長原 一[†]
八木 康史^{††} 砂山 渡[†] 山口 智浩^{†††}

人間の意図や感性にマッチした情報機器インタフェースを実現するための基礎的応用的研究を行う事を目的として、平成11年度より日本学術振興会未来開拓学研究推進事業「感性的ヒューマンインタフェース」分野がスタートした。本分野は4プロジェクトからなるが、本稿ではこの内「インタラクションによる相乗効果を用いた感性創発世界の構築」プロジェクトについて、その目的、概要、研究成果について述べる。

Construction of Kansei Emergence World based on Synergetic Interaction

MASAHIKO YACHIDA,[†] YOSHIO IWAI,[†] HAJIME NAGAHARA,[†]
YASUSHI YAGI,^{††} WATARU SUNAYAMA[†] and TOMOHIRO YAMAGUCHI^{†††}

Projects of Intuitive Human Interface field started in the fiscal year of 1999 under the Research for the Future Program (RFTF) run by the Japan Society for the Promotion of Science (JSPS), intending to make both basic and practical researches for building human interfaces which meet human intentions and/or kansei. In this paper, we will describe the objectives, outline, and results obtained so far of Construction of Kansei Emergence World based on Synergetic Interaction, which is one of the four projects of Intuitive Human Interface field.

1. はじめに

人間の意図や感性にマッチした情報機器インタフェースを実現するための基礎的応用的研究を行う事を目的として、平成11年度より5年間のプロジェクトとして日本学術振興会未来開拓学研究推進事業がスタートした。われわれのプロジェクト「インタラクションによる相乗効果を用いた感性創発世界の構築」では、これまでのインタフェースのように、単にユーザとシステムが一对一で向かい合っている場面のみでなく、ネットワークやマルチメディアを積極的に活用する事で、複数のユーザとシステムとが、場と感性を共有し、そこから新たな知的で創造的な活動が生まれるような環境を提供できるシステムの構築を目指している。すなわち、共通の場における共同作業は、人間間や人間/機械間における感性的情報のインタラクシ

ンによって、その創造性はいっそう活性化されるといふシナジー（相乗）効果を工学的インタフェースの設計の中心に据えているのが特徴である。また、感性情報を単に媒介するのみでなく、ユーザの感性を触発し、インタラクションを活性化する機構も取り込んだインタフェースを目指している。このような感性的インタフェースを用いて作品を製作する事により、単独製作より、複数人のインタラクションがユーザの感性を刺激し、より良い（感性的な）作品を生み出せる事を実証出来たらと考えている。このように、本研究では感性情報の共有という観点から、感性の相互触発可能な新しいインタラクティブ・メディアを開拓し新しい研究分野を切り開く。それは、従来異なる分野で発達してきたコンテンツによるコラボレーションの実現を意味し、例えばコンピュータを使った芸術活動の質的向上に寄与することができるのみならず、感性による他者との交流に注目したインタフェースの構築によって、従来ネットワークやコンピュータ社会における弱者とされてきた児童や高齢者・障害者に積極的な参加を促進する新しいメディアの創出に貢献する。

1.1 システム概要

本プロジェクトで目指すシステムでは、単に複数の人々が情報を共有するだけでなく、人々がその場の共有によって、各人の感性を励起できる必要がある。図1

[†] 大阪大学基礎工学研究科
Graduate School of Engineering Science, Osaka University

^{††} 大阪大学産業科学研究所
The Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University

^{†††} 奈良工業高等専門学校
Nara National College of Technology

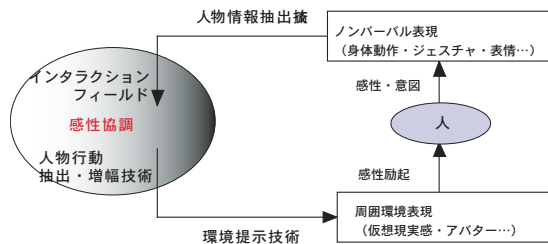


図 1 インタラクティブ感性創発システム
Fig. 1 Kansei emergence system

に示すように、インタラクションフィールドと呼ぶユーザの感性情報を共有・協調する場をコンピュータ上に創出する。このシステムにおいて人間とコンピュータ間のインターフェイスは重要であり、以下の3つの技術を基本要素と考え、システムの構築を行っている。

- 1) 人間に関する情報を非接触抽出する技術
- 2) 人間の行動を理解し増幅する技術
- 3) 人間に感性を励起する環境提示技術

すなわち、人間の身体情報を計測し、計測された情報から人間の意図、興味を表す有用な情報を抽出した上で、高精細なモデリング環境内においてそれらの情報を提示する。この情報提示によって、お互いの行動や意図を理解するためのユーザ間のインタラクションを促し、新たなものの見方や考え方を言葉ではなく感覚で理解する感性の創発を目指している。

1.2 感性の定義

本プロジェクトにおいては、感性を「ことばを用いるシンボルレベルでの発想支援とは区別される、シグナルレベルでの豊かな感覚機能」として定義する。すなわち、人間が五感によって受け取る信号（シグナル）から、人間が感じとる感覚の幅を広げることを目指し、今までは無意識に見落としていた箇所から新たな感覚を受けたり、同じ状況であっても以前は感じる事ができなかった感覚を覚えるといった、豊かな感覚機能のことを本研究では感性と呼ぶ。このように定義される感性を扱うことは、従来のことば（シンボル）を用いる発想支援に比べると次の利点が生じる。

- 1) ことばから連想・想起される、固定観念や潜在意識を排除することができる。
- 2) ことばでは表すことができない感覚の増幅や伝達を行える。

言い換えると、人々が環境から信号として受け取った感覚に、ラベルとしてのことばが与えられる前の情報を扱う中で、他人の受け取った感覚情報を参考にして、自分自身が受け取った感覚情報の解釈に変化をもたらすことが可能になる。ここで定義される感性をもとに、さまざまな感覚のもとになる刺激を人々に与えるしかけとして、感性創発システムが位置づけられ、このための要素技術について以下の各節で詳細を述べていく。

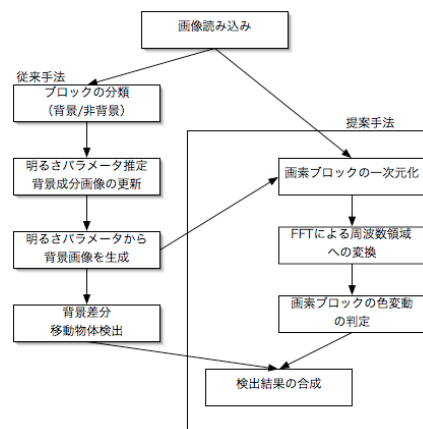


図 2 人物抽出処理の流れ
Fig. 2 Processing flow for human reaction detection

表 1 全天空光と太陽直射光
Table 1 Direct and surroundings light

	全天空光	太陽直射光
晴れ		
明るさ変動時		(減衰)
曇り、影部分		×

2. 人間情報抽出技術

ユーザの意図、感性情報を得るため、ユーザの表情、ジェスチャ、身体動作（身振り）をリアルタイムで認識できる手法を開発する。人間に関する情報を抽出するには、余分な負担を強いることのない非接触センサが理想的である。非接触センサとしてカメラを入力とした身体姿勢計測方法と人物同定方法、また、人物を安定して抽出するための研究を行った。

2.1 人物領域の抽出

2.1.1 明るさ可変背景モデルによる人物領域の安定抽出法¹⁾

UD 分解フィルタを利用した繰り返し演算により背景画像を作成し、入力画像との差分を取ることで移動領域を抽出する手法を開発した。さらに、草木などの揺れを除去してより安定に人物領域を抽出する手法を開発した。太陽直射光が雲や人物などによって完全に遮られているとき、観測される対象は全天空光（太陽光の大気による散乱光）によってのみ照らされ、反対に太陽が雲に全く覆われていない場合、観測対象は全天空光と太陽直射光によって照らされている（表 1）。

短期的には全天空光および太陽直射光の色度の変化は小さいことからこれを無視すると、観測される対象の色 (R, G, B) は全天空光成分 (R_e, G_e, B_e) および太陽直射光成分 (R_d, G_d, B_d) からなると考えられる。雲による分光吸収はごくわずかであるから、太陽直射

光が雲を通過する時にだけ明るさが変化するとすれば、雲の影響により明るさが変化している時に観測される対象の色は式 1 でモデル化できる。

$$\begin{cases} R = R_e + kR_d \\ G = G_e + kG_d \\ B = B_e + kB_d \end{cases} \quad (1)$$

図 2 に各フレームに対して行う処理を示す。初期背景成分画像の作成は各ピクセルについて行う。観測される色成分は以下の式 2 のように表すことができる。

$$X = X_e + kX_d \quad (2)$$

X_e は全天空光成分の初期推定値、 X_d は太陽直射光成分の推定値である。入力ブロックから、草木などの揺れによる色変動領域を検出する。まず、画像ブロックに FFT を施し、特定周波数領域の平均変動と分散を計算する。これらがしきい値以内の場合、色変動が生じていると判断する。

処理に用いた入力画像、処理結果の例を図 3 に示す。左上が入力画像、右上が合成背景、左下が前年度の手法、右下が今年度改良した手法である。右下の領域で薄く検出している領域は色変動領域として草木を検出したものである。この結果より、安定して草木の揺れを検出することができていることが分かる。



図 3 入力画像と検出結果
Fig. 3 Input and result images



図 4 人物領域抽出結果
Fig. 4 Result of human region detection

図 4 に示すように人物領域を影の影響を受けることなく良好に推定することができているが、若干人物と背景の境界領域に色変動領域として検出されている領域がある。これは、色変動検出がブロック単位であ

り、境界部分では背景と物体とが両方存在するためである。以上の結果より、本手法により、影の影響や草木の揺れなどの色変動を除去し、人物だけの領域を安定に抽出することが可能となった。本手法は、人物の追跡や、姿勢推定などの前処理として有効に利用することができる。

2.2 人物の行動抽出

2.2.1 ステレオカメラによる人物の姿勢推定²⁾

身体ジェスチャの推定には、カメラから得られたステレオ画像から、人物の頭、手の 3 次元位置を割り出し、人の形状モデルと背景差分により切出した領域を利用する。図 5 に示すように人物の姿勢は、頭と手の追跡結果からシルエットマッチングにより確率的に最適解が推定される。最適解を確率的に求めるために、人物の動きのパターンを予めモデル化しておく。しかし、人の形状モデルは観測できるパラメータより自由度が高く、そのままではモデル化できない。そこで、我々は人物の形状パラメータ空間を線形区分し各小区間を線形近似して、モデル化の際のパラメータを減少させ自由度の問題を解決し、さらに高速化を両立した。

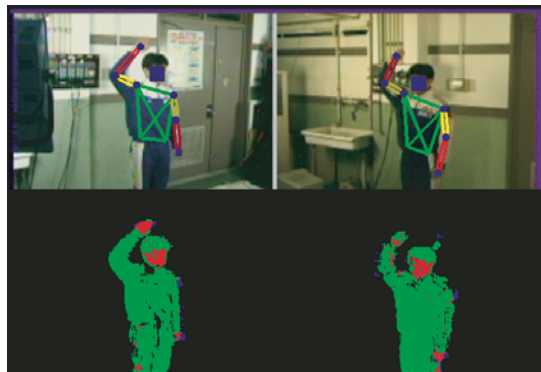


図 5 ステレオカメラによる姿勢推定
Fig. 5 Posture estimation by stereo cameras

2.2.2 HMM を用いたジェスチャ認識³⁾

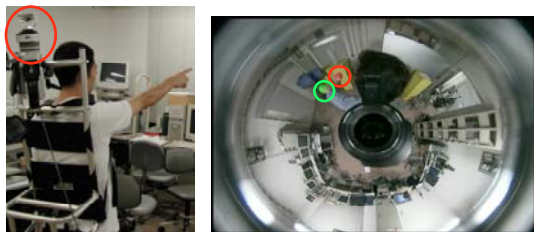
シンボリックな意味を持つジェスチャを認識するシステムを開発している。ジェスチャ認識システムの入力には、ユーザの服装などに左右されないように動き情報を利用してしている。我々は、隠れマルコフモデル (HMM) とオートマトンを組み合わせて、コンテキスト情報を含んだジェスチャ認識システムを構築し、さらに、リアルタイムで動作が可能なジェスチャ認識システムを構築した (図 6)。リアルタイム性は感性を阻害しないという点で認識システムにとって重要である。

2.2.3 ヘッドマウント全方位カメラによる指示動作認識⁴⁾

人がよく用いるジェスチャの一つとして、ポインティングによる指示動作がある。頭部に設置した全方位画像から手の位置をトラッキングし、指示モデルから指



図 6 HMM を用いたジェスチャ認識
Fig. 6 Gesture recognition by HMM



(a) Pointing (b) Input image

図 7 ヘッドマウント全方位カメラによる指示動作認識
Fig. 7 Pointing gesture estimation by head mount omnidirectional camera

示対象の方向を検出する．図 7 に示す様に，全方位視覚センサを用いることで，広範囲に及ぶ人物の腕の動きを捕らえることができる．また，頭上より撮像を行うことによって，ユーザの体によるオクルージョンに強く，指示対象も同一視野に撮像できるため，同時に対象発見も行うことができる．

2.3 顔情報処理⁵⁾

顔を同定し，個人を決定することは感性が個人的であることを考えると，システムに有効な情報をもたらすことができる．顔の大きさが変化しても高い認識率を得ることができる，同定手法を開発した．本手法は，ガボール特徴量抽出処理，顔位置検出，顔特徴点抽出，顔同定からなる．なお，図 8 に示すように，顔特徴は目，唇，鼻といった顔の 30 個の特徴点上に配置されたノードを結ぶ完全グラフで表現される．各ノードは対応する特徴点の位置におけるガボール特徴量を保持している．これにより，顔画像を情報圧縮して表現でき，モデルデータベースにも多数の顔モデルをグラフの形でコンパクトに蓄積できる．

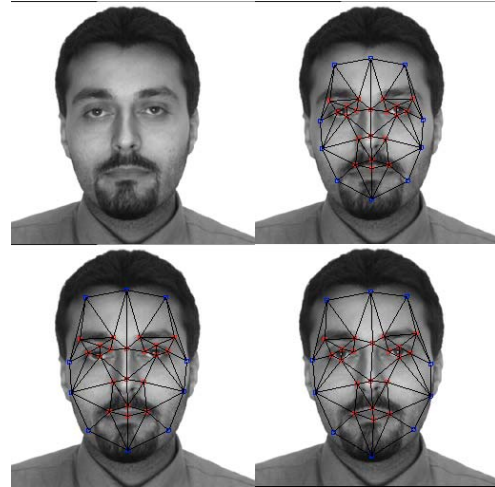


図 8 顔位置と特長点の検出
Fig. 8 Face position and feature point detection



図 9 高解像度全方位視覚センサ
Fig. 9 High resolution omnidirectional image sensor

3. 環境呈示技術

臨場感あふれる環境提示は，人間に感性を励起する上で重要な要素である．臨場感を向上させる要素として，高解像度や視野角の広さがあげられる．しかしながら，これらの要素は，撮像センサやディスプレイ装置などにより物理的に大きく制限されてきた．そこで，仮想空間構築のための高解像度全方位カメラを構築するとともに，入力された画像の超解像度化に関する研究を行った．また，それらの映像情報を提示するための高臨場感ヘッドマウントディスプレイに関する基本設計を提案し，試作を行った．従来，実画像を用いた



図 10 超解像モデリング
Fig. 10 Super-resolution modeling

仮想環境の構築には、大きくわけて、モデルベースド (MBR) とイメージベースドレンダリング (IBR) の二つのアプローチとして提案されてきた。しかし MBR と IBR は共に利点、欠点があり、臨場感ある広域なウォークスルー空間を構築するには、どちらか一方だけでは十分でない。そこで、MBR と IBR を併用するモデリング手法を提案する。さらに、遠隔からの共有の場への参加手段としてのロボットアバターを実現するに当たり、ロボットによる豊かなジェスチャ生成手法の有効性評価を行った。

3.1 高解像度全方位視覚センサ⁶⁾

解像度をあげる直接的な方法は高解像度のカメラを用いることである。1300 × 1030 の有効画素数を持つ日立製プログレッシブスキャンカラーカメラ KP-F100C を用いた全方位視覚センサを試作した。一般の CCD カメラの解像度は、38 万画素程度であることを考えると、今回試作したカメラは、約 4 倍の解像度を持つ。図 9 に高解像度全方位視覚センサの外観と撮像画像例を示す。なお、今回試作した全方位視覚センサは、仰角 25°、俯角 63° の合計垂直視野は 88° で設計されている。また、下部にラインスキャンセンサ 4 台による回転型パノラマ画像センサを備える。低速ではあるが、約 10 秒の回転スキャンにより垂直視野角 41°、64000 × 2700 [pixel] の超高精細画像を撮像できる。なお、上下のセンサを組み合わせることで、高精細静止画像と動画の同時撮像やステレオ視による奥行き推定が可能である。

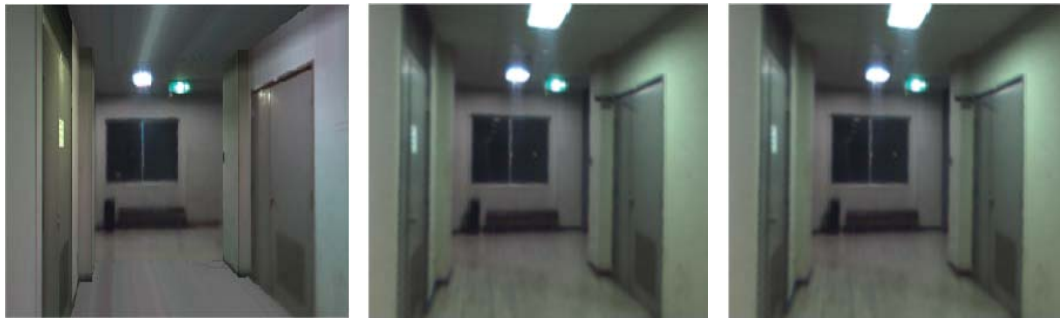
3.2 超解像モデリング⁷⁾

従来より、実画像を用いて三次元環境を復元または近似的にモデリングし、仮想視点画像を提示しようとする試みがある。このアプローチは、任意の視点での視野が忠実に生成でき、さらに画像を三次元モデルから構築するため、少ないデータで広域の再現が可能などの特徴を持つ。実画像から得られたモデルの解像度は、当然ながら撮像センサの解像度により制限される。モデルに接近した視点などテクスチャが撮像時より拡

大表示される場合を考えると、すべての視点で必ずしも十分な解像度が得られるとは言い難い。このようなことから、実画像によるモデリングでは、可能な限りの高い解像度のモデルを得ることが望まれる。そこで、撮像画像列からモデル平面のテクスチャモデルをセンサの解像度を越える高解像度で推定する超解像モデリングを提案した。図 10 に超解像による結果と従来の単一画像からのテクスチャ画像を比較して示した。

3.3 IBR と MBR を併用した環境モデリング

MBR はレンダリングする対象の 3 次元モデルを構築し、そのモデルに基づき自由視点からの画像を再構築する方法である。自由視点からの映像が忠実に再現できるという利点があるが、モデルの構築には大きな計算コストがかかり、複雑なシーンのモデリングは困難であるという欠点がある。それに対して、IBR は入力画像をもとに光線の分布を記述し、物体の見え方を記録しておけば新たな視点からの画像を再構築できるという Plenoptic function をフレームワークとするものである。レンダリングが容易であることや、実写画像を用いるため臨場感ある映像の提示が可能であるという利点がある反面、カメラ経路から大きく離れると、IBR によって生成された画像に歪みが生じるという視点の位置の制限という問題がある。このように、MBR、IBR 共に利点、欠点があり、臨場感ある広域なウォークスルー空間を構築するには、両者を融合させたモデリング方法が望ましい。しかしながら、単純に融合したのでは、IBR と MBR の境界領域において、画像に不連続や違和感が生じる。提案手法では、IBR で記述された空間の広さを大まかに推定し、MBR 中での IBR の投影面を設定することで、違和感の少ない仮想視点画像を生成する。図 11-a に提案手法により生成した仮想視点画像を示す。図 11-c が b の実際の画像に比較して突き当たりの壁のテクスチャが大きく左にずれているのに対して、提案手法は、実際の視点位置の画像に近い映像が得られていることがわかる。



(a) Proposed method

(b) Real view

(c) Previous method

図 11 仮想視点画像の比較

Fig. 11 Comparison of virtual views

3.4 広視野角ヘッドマウントディスプレイ⁷⁾

ヘッドマウントディスプレイ (HMD) は両眼視差による立体視や頭部運動追従など多くの利点を持っている。しかし、人間の視野角は、水平約 200 度と広視野であるのに対し、現状、一般に利用される HMD は、50 - 60 度程度の視野角しかなく、人に与える臨場感が低いという問題を持っている。そこで、周辺視野をカバーすることのできる広視野角ヘッドマウントディスプレイを設計試作した (図 12)。試作した HMD は、水平 180 度、垂直 60 度の広視野角を無ひずみで呈示することができる。



図 12 広視野角 HMD

Fig. 12 Wide field view HMD

3.5 アピアランスベースジェスチャ生成⁸⁾

テレビ会議など、映像を介したコミュニケーション手段が発達したが、他者のちょっとした仕草、ニュアンスなどといった豊かな情報伝達は実現できていない。我々は、これらの情報伝達において、互いの実体を伴った存在感が重要であると考え、遠隔地間でのインタラクション手段として、ロボットアバターシステムの構築を目指している。そして、本年度は、ロボット

と遠隔地にいる話者間で身体構造が異なるにも関わらず、対話者に対し、見かけ上同じ動作を生成することのできる手法の有効性の評価を行った。対象モデルおよび実機は本研究室で開発した人間共存協調型ロボット YYOU を用いた。図 13 に示すように、YYOU は右腕として 7 自由度の人型ロボットアームを持っている。入力モーションとして市販の全身モーションキャプチャデータ「力也」からいくつかの動作を選び、首の付け根、片腕の肩・肘・手首・親指・小指の 6 点を取りだした。本手法の有効性を確かめるため、シミュレーション環境ならびに実機両方で、角度のみ保証したデータを与えた場合と、本手法で処理したデータを与えた場合とで比較実験を行った。評価は、どちらが入力の動作に似ているかを一対比較により比べる方法とその動作が自然であるかを 5 段階評価で答えることで行った。その結果すべての場合で、本手法の方が入力となるジェスチャに似ており、かつ自然な動きをしているという回答がかえってきた。

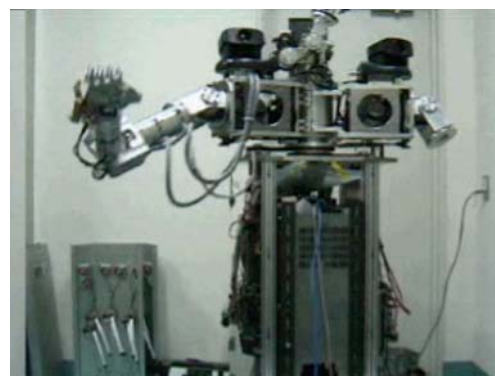


図 13 ロボットのジェスチャ生成

Fig. 13 Gesture generation for robot

4. 感性インタラクションシステム

各自が暗黙的かつ個別にもっている感性を複数の人々で共有するには、感性を何らかの形で明示的な情報に変換する必要がある。人間の感性を表す情報のうち「人が何に注目したか」という着眼点を見出す能力を対象として、人間の視線行動に焦点をあてる。この視線情報として視線履歴および注視点を可視化することによって感性インタラクションを支援する。視線可視化システムに対し、ユーザの感性を刺激する情報提示方法および、視線履歴をもとにユーザの潜在意識を抽出する方法を実装し、実験を行なった。

4.1 システム概要

本システムでは、視線情報の可視化方法として複数ユーザの視線情報を同じ視野空間に同期して可視化する。普段見えない視線情報を可視化することによって、ユーザの発想を促し、ユーザ間のインタラクションを促進することが本システムの目的である。発想には、自身の履歴の参照による内省、そして他者からのインタラクションによる知見の獲得が挙げられる。またインタラクションには、他人の履歴の参照による他人の癖や興味、意図を自分なりに解釈することや、自分の理解した他人の癖や興味を、直接他人にフィードバックすることによって起こると考えられる。次に挙げる具体的な視線履歴の効果を現在までに検証している。

4.1.1 被覆効果

被覆効果とは、可視化された視線情報が元画像である背景を覆い隠す効果である。これを回避する方法として、「状況に応じた可視化の抑制」を行い、視線履歴が不要と思われる状況をユーザの視線挙動から推定し、可視化の抑制を実現する。現在は視線移動の速度が遅いほど注視傾向が強いとして、可視化する視線履歴の濃度を薄くし、視線移動が完全に停止している際には視線履歴を非表示としている。

4.1.2 強調効果

強調効果とは、可視化された視線情報が元画像の一部を強調する効果である。この効果は、インタラクション支援の基本となり、以下の2つに分類される。

1. 誘引効果：可視化した視線情報に引き寄せる効果
 2. 排他効果：可視化した視線情報を避けさせる効果
- 誘引効果に関しては、可視化された情報の信頼性を表す「質的可視化」を行なった。具体的には多くの人に共通の注視点を大きく表示し、大きな注視点を視線履歴上に多くもつユーザの視線履歴を太く表示している。これにより、多くの人に支持されるユーザの履歴が参考にされる。排他効果に関しては、協調作業において、他のユーザとの分担や棲み分けの支援としての有効性が期待される。

4.1.3 創発効果

創発効果とは、可視化された視線情報をきっかけに

して、ユーザが新たな発想を行う効果である。この効果を実現するため、視線履歴から潜在注視点を発見する機能を実装し、その洗練を行なった。

4.2 ルールマイニング手法による有効な視線履歴情報の抽出

ユーザが見た所を表す視線情報（視線履歴と注視点）を全て表示すると、時間の経過やユーザ数の増加にもなって履歴の量が増していく。そこで、ユーザの視線情報を選択的に表示するため、データマイニングによる知識発見の手法を視線情報に適用した。

4.2.1 視線履歴からの潜在注視点の発見

ユーザの感性創発を促す材料として、注視点へ向かう視線挙動の特徴を相関ルールとして抽出し、これを用いてユーザが明示的に与えなかった注視点を潜在注視点として発見、可視化する。相関ルールとは、観測された事象間の同時生起確率をもとに、複数の事象間の因果関係を「条件 結論」（条件が満たされた時に結論が起こる）の形のルールとして生成する。この「条件」として、視線挙動から得られる特徴を与え、「結論」としてユーザの注視点を与えることで、注視点を導く視線履歴の条件を獲得し、そのルールを適用することで、ユーザの暗黙の注視点すなわち潜在注視点を発見する。そこで視線挙動の特徴として、視線履歴を一定時間ごとに区間分割した上で、履歴の直線度、速さ、加速度、密度などの8属性を用いている。

4.2.2 適合フィードバック法による抽出精度の改善

適合フィードバック法を用いて相関ルールの逐次修正を行い、潜在注視点の抽出精度の改善を行なった。ユーザの行動は、必ずしも常に一定とは限らず、慣れ等により、挙動の規則性に変化が生じる。よって繰り返しタスクに同一の相関ルールを適用すると、徐々に抽出精度が悪化する。そこで、初期視線履歴での相関ルールを適用して抽出・可視化した潜在注視点に対し、ユーザが正誤の教示をシステムにフィードバックし、逐次的に相関ルールの改善を行う。

4.2.3 パルツェン窓関数による注目度算出

抽出した注視点に対し、ユーザがどれほどその付近に興味を持って眺めていたのか算出する。この「どれほど注目していたのか」という尺度を注目度と呼ぶ。まず、注視点が密に存在するならば、その付近はユーザの注目度が高いという仮定を置く。すなわち、注目度は、抽出した注視点の密集程度であり、パルツェン窓関数を適用することによって算出する。

4.3 視線情報の可視化・共有による感性インタラクション支援⁹⁾

システムの全体構成を図14に示す。このシステムを利用することでユーザが作業を行っている際の視線を計測し、サーバを介して他ユーザとその視線を共有することができる。システムは大きく「視線情報計測」、「視線情報可視化」、「潜在意識抽出」、「インタラクション管理」の4処理から成る。実際に計測された

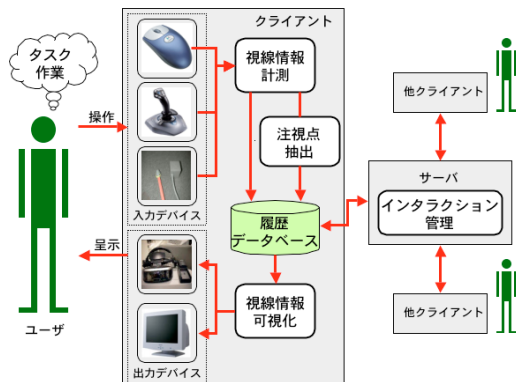


図 14 視線可視化共有システム

Fig. 14 System for gaze visualization and sharing

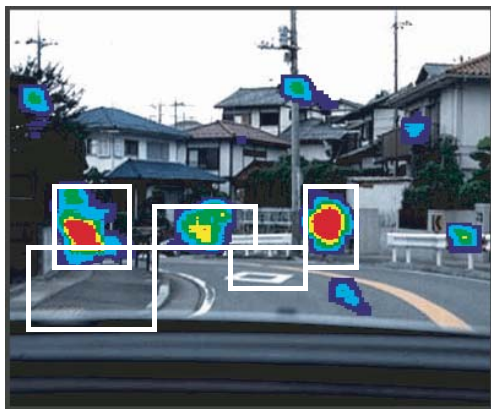


図 15 危険箇所と被験者の注視点の対応

Fig. 15 Correspondence between dangerous points and gaze points

視線軌跡から注視点を抽出し、その注視点とユーザのアンケートによる危険領域の対応が見られた。図 15 に実験結果の一例を示す。この図において、呈示画像に注視点がオーバーレイされており、アンケートにより指摘された危険領域を白枠で示している。このように注視点が、ユーザ間インタラクションにおいて有効な情報と成りうることを実験により確認した。

5. ま と め

本研究では、感性インタラクション支援システムを介して、複数ユーザの姿勢動作および視線情報を計測し、臨場感のある仮想環境内に提示することで、相互インタラクションを誘発する感性創発を目指している。今後は、これら要素技術を組み合わせた統合システムを実現する。一つの具体的な統合システムとして危険予知トレーニングシステムが挙げられ、参加者全員が他者により指摘された危険がどこで、いかなる危険を

含み、どのようにして回避できるのかというスキルを養う。このお互いが危険箇所を発見する過程を、同時期に仮想環境内で体験することは、お互いの感性を刺激し合い、言葉ではない感覚としての、危険に対するイメージを習得する上で大いに役立つものと期待される。

謝 辞

本研究は、日本学術振興会未来開拓学研究推進事業 (JSPS-RFTF99P01404) による援助を受けた。

参 考 文 献

- 1) Ryunosuke Itoh, Yoshio Iwai, Masahiko Yachida, "Adaptive Background Estimation for Object Tracking", *Proc. MVA 2002*, pp. 76-79, Nara, Japan, 2002.
- 2) 萬上 圭太, 岩井 儀雄, 谷内田 正彦, "統計的な動きモデルを用いたジェスチャ姿勢推定", 画像の認識理解シンポジウム (MIRU2000), pp. II-103-108, 2000.
- 3) 樹木義道, 岩井儀雄, 谷内田正彦, "HMM を利用したジェスチャー認識", 電子情報通信学会技術報告, No. PRMU2000-162, pp.25-30, 2000.
- 4) 間下 以大, 岩井 儀雄, 谷内田 正彦, "全方位ヘッドマウントカメラによる指示対象物体の発見", 情処研報, CVIM-140-14, 2003.
- 5) 平山 高嗣, 岩井 儀雄, 谷内田 正彦, "顔の大きさと個人性を考慮した顔認識システム", 情処研報, CVIM-140-15, 2003.
- 6) 福井 彰仁, 八木 康史, 谷内田 正彦, "高精細パノラマ画像入力システム", 情処研報, CVIM-133-13, 2002.
- 7) 長原 一, 八木 康史, 谷内田 正彦, "超臨場感ビジュアライゼーションシステム", 情処研報, CVIM-140-13, 2003.
- 8) 平松雅巳, 八木康史, 橋本浩一, 谷内田正彦 "対話者方向からアピランスに基づくロボットアバターのためのジェスチャ生成", 日本ロボット学会論文誌, Vol.21, No.3, pp.41-48, 2003.
- 9) 藤本 武司, 砂山 渡, 山口 智浩, 谷内田 正彦, "視線情報の可視化・共有による感性インタラクション支援", 情処研報, CVIM-140-16, 2003.