

「高度メディア社会の生活情報技術」
平成11年度採択研究代表者

石田 亨

(京都大学大学院 情報学研究科 教授)

「デジタルシティのユニバーサルデザイン」

1. 研究実施の概要

健常者だけでなく、高齢者や障害者も利用・参加できる新しい都市の情報空間を生み出すことを目的に、研究の土台を形成するソフトウェアである「基盤技術」の開発と、現実の都市を場とする「実証実験」を中心に展開した。また、それら研究開発結果の実社会への「成果展開」を始めており、実験結果に科学的な解釈を与えるための「基礎研究」に力を入れつつある。まとめると次のようになる。

- ・ 都市部を対象とした「都市での危機管理」
 - ・ 郊外地域を対象とした「郊外での環境学習」
- の2つの実証実験を開始した。これらの実験を実施するのに必要な基盤技術である、
- ・ 2次元地図による都市空間「地域情報検索システムKyotoSEARCH」
 - ・ 3次元幾何モデルによる都市空間「仮想都市空間システムFreeWalk/Q」
 - ・ 実写映像による都市空間「映像都市空間システムTownDigitizing」
 - ・ 異種の都市空間同士を同時接続し音声解説する「ユニバーサル・インタフェース」
- を開発し、都市の情報空間を構築した。基礎研究としては、
- ・ 情報伝達モデルを探る「都市空間の記号論」
 - ・ 社会的相互作用を探る「社会的エージェントの心理」
- を進め、実験結果の分析に役立つ知見を集積しつつある。成果展開としては、
- ・ 映像都市空間システムによるデジタル北京の構築
 - ・ 京都市立稲荷小学校および京都市野外教育センターにおける野外学習教育
 - ・ 仮想都市空間システムのソフトウェアの公開
 - ・ 名古屋万博における環境学習システムの展示（検討中）
 - ・ 日本科学未来館における危機管理シミュレーションの展示（検討中）
 - ・ 独立行政法人消防研究所への危機管理シミュレーションの導入（検討中）
- を行い、研究開発に対する社会からのフィードバックを得た。

2. 研究実施内容

研究の目的

インターネットの出現で、人々は自由に情報を得られるようになったが、一方で社会関係資本 (social capital) の減少が問題となり始めている。インターネット上にパブリックスペースを構築できれば、社会関係資本の醸成に寄与するであろう。デジタルシティは、そのような情報空間のパブリックスペースを、人々の住む都市空間のパブリックスペースと連動させることである。本プロジェクトでは「デジタルシティを、健常者だけでなく、高齢者や障害者も利用・参加できるものにする」を目的とする研究を行う。

研究の進め方

基盤技術により実証実験を実現し、実証実験により、将来のデジタルシティをいち早く描き出し、本質的な課題を見出し、基礎研究を刺激する。基礎研究の成果は、デジタルシティの設計原理を生み出し、実証実験を導く。そして、それらを成果展開という形で実社会に適用する。

基盤技術の状況

デジタルシティの基盤技術として、2次元地図にもとづく地域情報検索システム「KyotoSEARCH」、3次元幾何モデルにもとづく仮想都市空間システム「FreeWalk/Q」、実写映像にもとづく映像都市空間システム「TownDigitizing」を開発した。そして、これら複数の仮想都市空間を同時接続する「ユニバーサル・インタフェース」を開発した。

地域情報検索システムでは、ウェブから取得された地域情報コンテンツに含まれる地理オブジェクトの多義性を解決する技術を開発し、地図インタフェース上での高精度の範囲指定型クエリを可能とした。さらに、地図情報と地域情報コンテンツの融合において重要な地理的ランドマークを抽出する技術を組み込み、より直観的な地図の描画を可能にした。仮想都市空間システムは、人間エージェント間のインタラクションを再現する仮想都市空間FreeWalkと、それを拡張状態遷移モデルで記述できるインタラクション設計言語Qから構成される。このシステムは、避難などの都市空間での集団行動を、人間とエージェントから構成される集団によってシミュレートする。これによって、グループ・ダイナミクスを含む危機管理シミュレーションを、人間を含めて行うことが可能となった。映像都市空間システムは360度を一度に撮影できる全方位カメラで撮影した画像をつないで、ウォークスルー環境を生成する技術である。このウォークスルー環境の特徴は、短期間のうちに広範囲の仮想空間を構築できる点である。また、全方位ディスプレイが360度の視野画像の閲覧を可能にする。同じ全方位カメラを用いた人間群行動認識システムは、環境の構造に依存しない汎用性の高いシステムである。センサから得られる映像情報を高次元特徴空間に写像することによりパターン認識を行う。

ユニバーサル・インタフェースは上記の地図／3D／映像にもとづく非均一な仮想都市空間を相互接続し、そこに含まれる視覚情報を音声解説するシステムである。各空間独自の座標系を統合する統一座標系を提供することにより、多様な仮想都市空間内の同期的な移動を可能にする。さらに、仮想都市空間内のオブジェクトにタグ情報を付加することにより、建物や道路などの都市構造物の音声解説を実現する。

実証実験の状況

京都駅を舞台とした数十人のインターネットユーザと数百体の自律エージェントによる危機管理シミュレーションに向けて仮想京都駅を構築した。シミュレーションの意義を探るために、別途開発したマルチエージェントシミュレータで過去に現実空間で行われた避難訓練の実験を追試し、現実空間と仮想空間の実験の併用が有効であることを確認した。また、シミュレーションを用いた群集行動学習の効果を100名以上の被験者による実験で確認した。さらに、多数の被験者が参加するシミュレーションを通して自律エージェントの行動ルールを設計する手法を確立した。このシミュレーションの適用範囲を広げるため、火災発生時の煙の流動シミュレーションとの結合を実施した。

上記と並行して、危機管理シミュレーションに現実空間で活動している人間を含む試みとして、京都駅に視覚センサネットワークを設置して仮想京都駅と結合した。そこで得られる現実の京都駅のデータを用いて、まず、群行動単位によるシミュレーションとして、人間群行動認識システムによる群行動認識実験を実施した。さらに歩行者単位によるシミュレーションを試作し、避難誘導へ応用可能な遠隔案内システムを構築した。

環境学習実験では、現実世界における環境学習と、メディアを通じた環境学習を融合するため、どちらでも同様に学習が可能な学習支援システムを開発した。PDA、GPS、無線LANを用いたバージョンを京都大学の演習林に設置し、若者から高齢者までを含む被験者による実験を実施した。また、同様のシステムを映像都市空間システムの映像メディア空間に構築し、同様の実験を行った。両実験とも教育面への評価が高くシステムへのニーズを確認できたため、現在実際に教育現場への適用を行っている。京都市立稲荷小学校では、小学生向けにシステムを改良し、「総合的な学習の時間」における地域学習の場面に適用した。多数の児童によるシステムの活用を通して予想以上にその教育的効果や社会的受容度が高いという感触を得ている。

基礎研究の状況

都市の記号論の研究では、ネットワーク上の都市であるデジタルシティにおける情報伝達の曖昧性を、そこで用いられる代数的記号の意味論と統語論における曖昧性の和で表現した。これにより曖昧性の定量的評価が可能になった。社会的エージェントへの心理

の分析では、3者の人間関係を説明する社会心理学の理論が、エージェントと人間2者の関係も説明できることが分かった。また、社会的エージェントによる誘導への信頼に関する実験を行った結果を用いて、人間が避難誘導訓練を行える環境を構築した。

成果展開の状況

総務省アジアブロードバンド計画の一環として映像都市空間システムの国際的展開を行い、北京大学への技術移転およびデジタル北京のプロトタイプ構築を実施している。また、京都市立稲荷小学校および京都市野外教育センター「奥志摩みさきの家」において、野外学習支援システムを用いた教育実践を展開している。ソフトウェア公開としては、仮想都市空間システム (FreeWalk, Q) のオープンソース化を行った。これら以外に現在検討中のものとして、名古屋万博における環境学習システムの展示、日本科学未来館における危機管理シミュレーションの展示、独立行政法人消防研究所への危機管理シミュレーションの導入などがある。

3. 研究実施体制

ユニバーサルデザイングループ

① 研究分担グループ長：石田亨（京都大学大学院 情報学研究科 教授）

② 研究項目：

実証実験

- ・都市での危機管理
- ・郊外での環境学習

基盤技術

- ・地図情報検索システム (KyotoSEARCH)
- ・仮想都市空間システム (FreeWalk/Q)
- ・ユニバーサル・インタフェース

基礎研究

- ・情報空間の記号論
- ・社会的エージェントの心理

成果展開

- ・京都・ソウルでの地域ウェブ情報検索システム
- ・スタンフォード大学ー京都大学の社会心理学共同コース
- ・京都市立稲荷小学校及び京都市野外教育センターでの野外学習支援システムの適用
- ・仮想都市空間システムのソフトウェアの公開
- ・名古屋万博における環境学習システムの展示（検討中）
- ・日本科学未来館における危機管理シミュレーションの展示（検討中）
- ・独立行政法人消防研究所への危機管理シミュレーションの導入（検討中）

知覚情報基盤グループ

① 研究分担グループ長：石黒浩（大阪大学大学院 工学研究科 教授）

② 研究項目：

基盤技術

- ・ 映像都市空間システム（TownDigitizing）

実証実験

- ・ 京都駅及びレンタルビデオ店における群行動認識システムの実証

成果展開

- ・ 富山県山田村における環境の可視化
- ・ 総務省アジアブロードバンド計画におけるデジタル北京の構築

言語メディアグループ

① 研究分担グループ長：佐藤哲司（NTTコミュニケーション科学基礎研究所 研究部長）

② 研究項目：

基盤技術

- ・ 都市空間での適応型対話制御

4. 主な研究成果の発表（論文発表および特許出願）

(1) 論文(原著論文)発表

Journal

- Takayuki Nakamura, Masamichi Oohara, Tsukasa Ogasawara, Hiroshi Ishiguro, "Fast Self-Localization Method for Mobile Robots Using Multiple Omnidirectional Vision Sensors", Machine Vision and Applications Journal, Vol.14, No.2, pp.129-138, 2003
- Tomoko Koda, "User Reactions to Authropomorphized Interfaces", IEICE Transactions on Information and Systems, Vol.E86-D, No.8, pp.1369-1377, 2003.
- Hiroshi Ishiguro, Kim C. Ng, Richard Capell, Mohan M. Trivedi, "Omnidirectional image-based modeling: three approaches: three approaches to approximated plenoptic representations", Machine Vision and Applications Journal, Vol. 14, No. 2, pp.94-102, 2003.
- Satoshi Oyama, Takashi Kokubo, Toru Ishida, "Domain Specific Engineering, Search with Keyword Spices", IEEE Transactions on Knowledge and Data Vol. 16, No. 1, pp.17-27, 2004
- Daniel Moldovan, Takahiro Miyashita, Hiroshi Ishiguro, "A Method for

Reconstructing Structure from Omnidirectional View Sequence without Feature Matching”, コンピュータビジョンとイメージメディア (CVIM), Vol.44, No.SIG 9, pp.115-123, 2003.

- 村上陽平, 石田亨, 河添友幸, 菱山玲子, “インタラクション設計に基づくマルチエージェントシミュレーション”, 人工知能学会論文誌, Vol. 18, No. 5, pp.278-285, 2003.
- 野村早恵子, 石田亨, 船越 要, 安岡美佳, 山下直美, “アジアにおける異文化コラボレーション実験2002: 機械翻訳を介したソフトウェア開発”, 情報処理, Vol. 44, No. 5, pp. 503-511, 2003.
- 中西英之, 小泉智史, 石黒浩, 石田亨. “市民参加による避難シミュレーションに向けて”, 人工知能学会誌, Vol.18, No.6, pp.643-648, 2003.
- 伊藤英明, テー シューリン, 中西英之, 羽河利英, “デジタルシティの三次元インタフェースの設計と実装”, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J86-D1, No. 8, pp. 592-599, 2003.
- 西口敏司, 亀田能成, 角所考, 美濃導彦, “講義自動撮影における話者位置推定のための視聴覚情報の統合”, 電気学会論文誌, Vol.124-C, No. 3, 2003.
- 山田誠二, 角所考, “ユーザー-システム間の適応のためのヒューマンコンピュータインタラクションのデザイン”, システム制御情報学会誌, Vol.47, No.4, pp.197-202, 2003.
- 美濃導彦, 角所考, “環境メディア:コミュニケーション環境として機能する情報メディア-遠隔講義を具体例として-”, システム制御情報学会誌, Vol.47, No.10, pp.481-486, 2003.
- 岡田昌也, 山田暁通, 吉田瑞紀, 垂水浩幸, 粥川隆信, 守屋和幸, “現実・仮想経験拡張型システムDigitalEE IIによる協調型環境学習”, 情報処理学会, vol.45, No.1, pp.229-243, 2004.
- 船越 要, 藤代祥之, 野村早恵子, 石田亨, “機械翻訳を用いた協調作業支援ツールへの要求条件: 日中韓馬異文化コラボレーション実験からの知見”, 情報処理学会論文誌, Vol. 45, No. 1, pp. 112-120, 2004.
- 野村早恵子, 三木武, 石田亨, “コミュニティマイニングにおけるWeb引用解析と文献引用解析の比較”, 電子情報通信学会論文誌Vol. J87-D1, No. 3, pp. 382 -389, 2004.

(2) 特許出願

H15年度特許出願件数:1件(CREST研究期間累積件数:1件)