「FORUM8 Design Festival」誌上報告(5)

土木建設デザインと バーチャルリアリティ

― 先進のソリューションや国際的な研究アプローチから浮かび上がる次代への展開

「FORUM8　デザインフェスティバル2009-3Days」(09年11月18・19・20日、東京コンファレンスセンター品川)の誌上報告連載特集第5弾。今回は3月号に続き、同フェスティバルを構成する「第3回　国際VRシンポジウム」のうち、「World　16」メンバーによる研究成果の発表に焦点を当てる。

橋梁編纂委員会・編集(ライティング・ソリューションズ)池野隆

(以下本特集内の写真はすべて㈱フォーラムエイト 提供)

第3回 国際VRシンポジウム(The 3rd International VR Symposium)

「新時代のVRシミュレーション」

― 進化を続ける建築・建設分野での3次元VR利用、国際学術グループ「World 16」を中心とする気鋭の研究者が描く多様な可能性(第3編)

デザインフェスティバルのDay 2(09年11月19日)に開催された「第3回 国際VRシンポジウム」。その中核を担うのが「World 16」プロジェクト(代表:小林佳弘氏(アリゾナ州立大学 計算・情報・意思決定工学部 プリズム研究所研究員/FORUM8 AZ代表))。今回も同シンポジウムで研究成果を発表した13名(うち2名は共同発表)による講演の一部を紹介する。続きは5月号にて掲載予定。

「第3回 国際VRシンポジウム」(「FORUM8 デザインフェスティバル2009-3Days」、会場:東京コンファレンスセンター 品川)

第3回 国際VRシンポジウム(The 3rd International VR Symposium)の構成(敬称略)

特別講演(Special Lectures)

ピート・サイクス Pete Sykes	SIAS社 開発ディレクター Director of Development, SIAS Limited
ナシュワン・ダーウッド Nashwan Dawood	ティーズサイド大学 理工学部 建設イノベーション研究センター長 教授 Professor, Director, Center for Construction, Innovation & Research, School of Science & Technology, University of Teesside

「World 16」発表("World 16" Presentations)

福田 知弘 Tomohiro Fukuda	大阪大学大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻 環境設計情報学領域 准教授 Associate Professor of Environmental Design & Information Technology, Division of Sustainable Energy & Environmental Engineering, Graduate School of Engineering, Osaka University	
施 勝誠 Sheng-Cheng Shih	明道大学 数位設計学系 専任助理教授 Assistant Professor, Department of Digital Design, MingDao University	
マイケル・ジェムトラッド Michael Jemtrud	マギル大学 建築学科長 准教授 Associate Professor of Architecture, Director, School of Architecture, McGill University	
マテゥー・スウォーツ Matthew Swarts	ジョージアエ科大学 建築学部 研究員 Research Scientist, College of Architecture, Georgia Institute of Technology	*
ロナルド・ホーカー Ronald Hawker	ザーイド大学 ドバイ校 総合科学部 造形学科 准教授 Associate Professor, Department of Art & Design, College of Arts & Sciences, Dubai Campus, Zayed University	
トーマス・タッカー Thomas Tucker	ウィンストン・セーラム州立大学 美術学科 アシスタントプロフェッサー Assistant Professor, Department of Fine Arts, Winston Salem State University	
楢原 太郎 Taro Narahara	ハーバード大学大学院 デザインスクール　博士課程 Doctor of Design Student, Graduate School of Design, Harvard University	*
コスタス・タージディス Kostas Terzidis	ハーバード大学大学院 デザインスクール　准教授 Associate Professor of Architecture, Graduate School of Design, Harvard University	
パウロ・フィアマ Paolo Fiamma	ピサ大学 土木工学科 アシスタントプロフェッサー Assistant Professor of Technical Architecture, Civil Engineering Department, University of Pisa	
ワーイル・アブデルハミード Wael Abdelhameed	バーレーン大学 工学部(バーレーン)／サウスバレー大学 ルクソール校 美術学部(エジプト) アシスタントプロフェッサー Assistant Professor, College of Engineering, University of Bahrain (Bahrain)/ Faculty of Fine Arts at Luxor, South Valley University (Egypt)	
クラウディオ・ラバルカ・モントーヤ Claudio Labarca Montoya	チリ・カトリック大学 建築・設計・都市研究学部 准教授 Associate Professor, Faculty of Architecture, Design and Urban Studies, Pontifical Catholic University of Chile	
マーコス・ノヴァック Marcos Novak	カリフォルニア大学サンタバーバラ校 メディア・アート技術研究大学院プログラム 教授 Professor, Media Arts & Technology Graduate Program, University of California, Santa Barbara	
小林 佳弘 Yoshihiro Kobayashi	アリゾナ州立大学計算・情報・意思決定工学部プリズム研究所研究員(FORUM8 AZ代表) Prism Lab. Research Associate, School of Computing, Informatics, and Decision Systems Engineering, Arizona State University/ FORUM8 AZ CEO & President	

プレゼンテーション(Presentation)

ブレンダン・ハファーティ Brendan Hafferty	FORUM8 ヨーロッパ ゼネラル・マネジャー General Manager, FORUM8 Europe

＊印の講演に関する記事は今月号に掲載、それ以外に関しては2・3・5月号に掲載

World 16 研究発表 4

米国オーランド高速道路の擬似騒音解析と形態合成

Noise Analysis and Combined Form of Highway Bridge in Orlando

ジョージア工科大学
建築学部
研究員
マテゥ・スウォーツ 氏
Matthew Swarts, Research Scientist, College of Architecture, Georgia Institute of Technology

米国フロリダ州・オーランドは温暖な気候に恵まれ、人気のリゾート地として知られる。「World16」からそのメンバーに加わったジョージア工科大学建築学部研究員のマテゥ・スウォーツ氏は、このオーランドのダウンタウンで進められているプロジェクトの一環として取り組まれたグループプロジェクトについて紹介した。

今回グループを構成したのは同氏のほか、フロリダ大学建築学科アシスタントプロフェッサー（Assistant Professor, School of Architecture, University of Florida）のルース・ロン（Ruth Ron）氏、ハーバード大学大学院デザインスクール博士研究員（Post Doctorial Fellow, Graduate School of Design, Harvard University）でもあるアクセルロッド・グローブマン・アーキテクツ（Axelrod Grobman Architects）共同創業者のヤーシャ・グローブマン（Yasha Grobman）氏 ― の3氏。さらに、リサーチアシスタントや多数の学生らによりその活動は支えられているとする。

橋梁地区で進むプロジェクトとグループ活動の位置づけ

同グループ調査プロジェクトの対象となったのは、「橋梁地区（Bridge District）」と呼ばれるダウンタウン・オーランドの一角。その中心部を通る幹線道路I-4（州際道路4号線）を境に、ダウンタウン一帯は大きく東西に分けられる形となってきた。近年、このフロリダ州中央部を北東から南西に貫くI-4の改良事業が進められてきた中で、橋梁地区におけるI-4の新たな高架構造の検討に当たり、オーランド市当局とフロリダ大学との間でコラボレーションを構成するに至ったことがそのベースにある。

開発プロジェクトは、I-4を挟んで分断されたダウンタウンの東西地区を再接続し、歩行者に親しみやすく、安全で活気に満ちた環境を橋梁の下部およびその周辺に創出しようというのが狙い。ただ、当該エリアはもともと橋梁が集中し、通過交通によってもたらされる騒音などの問題が指摘されていた。

そうした背景の下、同大では建築専攻の大学院生向けスタジオクラスの一環として09年秋、橋梁地区の再開発事業を通じ、さまざまなソリューションを探索する取り組みに着手。これを受けて同大建築学科ではジョージア工科大学建築学部などと連携し、前述の3氏を中心に3D・VRモデルの作成から多様なデザイン関連技術を駆使した各種シミュレーションおよび可視化を目指した。

グループプロジェクトの作業プロセス

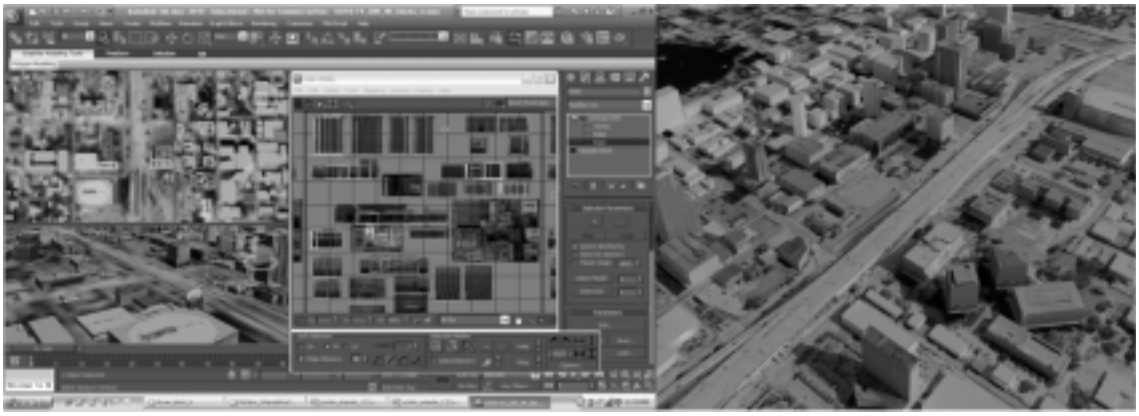
同グループプロジェクト最初のステップではまず、学生らとともに橋梁地区の現場を調査。ファサード（建物外観）の写真や距離情報といった形状モデルに関するデータのみならず、後にUC-win/Roadへ組み込むことも可能な交通パターンの情報などを収集している。

その際、初めに精度を実証できる既存のモデルがあるかどうかを調べ、現場を中心に橋梁地区内の高低差も明示的に測定できるよう写真を撮影。また、後にオートバイ・小型乗用車・大型乗用車・トラックといった車種ごとの交通量を算出するため、各交差点や通りで5分間ずつビデオ撮影も行った。

続くステップでは、フロリダ大学でセミナーを実施。学生が3D Studio Max（3ds Max）によるモデリングやテクスチャリング、レンダリングの仕方について学びつつ、収集したデータを基にオーランド市の3Dモデルを作成・抽出し、校閲・修正を行った。その上で、V-Rayを用いモデルにライティングを設定、テクスチャ付けされたモデルはUC-win/Roadにインポートした。

UC-win/Roadに取り込んだモデルを使って道路ネッ

UC-win/Roadにインポートするため、3D Studio Max 2010を使ってオーランドのモデルにVRayの照明が設定された。
VRay Lighting was baked into the Orlando models in 3D Studio Max 2010 for import into UC-win/Road.
本講演の画像はすべてImagine Lab提供（Images provided by Imagine Lab）



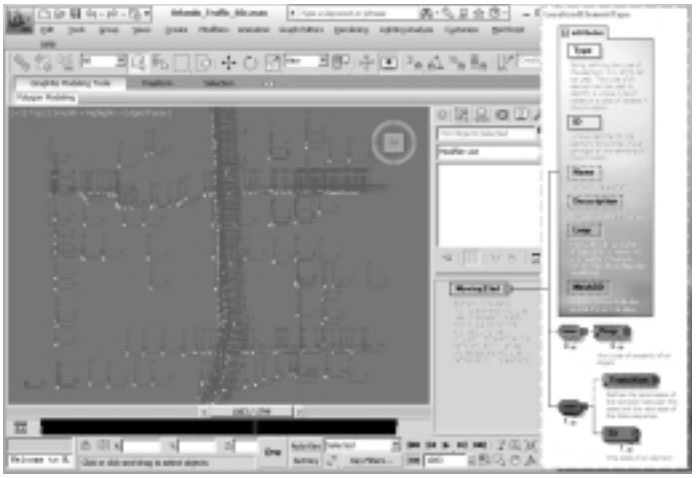
トワーク、さらに交通シミュレーションが作成されている。マテゥ・スウォーツ氏は、こうして交通シミュレーションを反映し出来上がったアニメーションにより、オーランド市の俯瞰からスタジオ・プロジェクト現場の詳細へと視点を転じながら、生成された交通流や防音壁にも言及。今回プロジェクトにおける新しい施設の設計に当たっては、建築および環境の観点から騒音問題に着目しており、その意味でUC-win/Roadを用いることによって反響など交通騒音の伝わり方の可視化にも有効と考えられたと語る。

ただ、同氏自身3Dモデルによる可視化のメリットを認めつつも、それ以上にパフォーマンスの評価手法への活用ニーズが高かった。UC-win/Roadは、むしろそれを可能にするツールとして期待されたという。

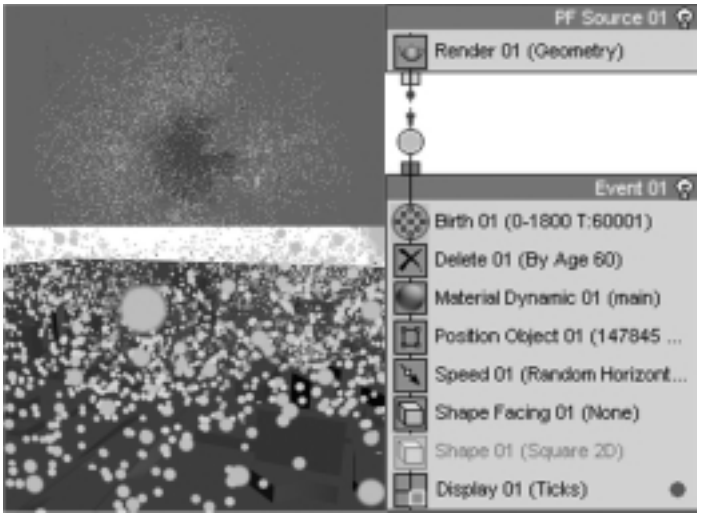
そこで、UC-win/Roadを使って作成した交通シミュレーションを、OpenMicroSim（オープンフォーマット）により抽出。情報は再度3ds Maxに組み入れられた。その結果、乗り物の動きは3ds Maxで作成されたモデル内で再視覚化される。

「しかし、あくまでも関心は騒音モデル」（マテゥ・スウォーツ氏）。というわけで、標準的な既存の騒音計算方式を用いた音響シミュレーションを例示するが、そのための作業は極めて難しい。しかも2次元での表現も大変なのに、騒音を3次元のノイズ・フィールドで捉えよ

UC-win/Roadから交通データをインポートするため、OpenMicroSimフォーマットが使われた。
The OpenMicroSim format was used to import traffic data from UC-win/Road.



交通と建物の相互作用から騒音の強度を再現するため、拡散パーティクルエミッタが作成された。
A diffusion particle-emitter was created to represent " noise " intensity from traffic and building interaction.



うとすると、処理がいっそう煩雑でかなり時間を要することになると説く。

このような中から、同氏らは騒音をある種のエネルギーと位置づけ、パーティクル（粒子）で表現する方法を提案する。つまり、モノに当たって吸収・伝播・反射する騒音のエネルギーをパーティクルで表現するもの。UC-win/Roadからインポートした交通データをキャプチャし、それぞれの乗り物が移動する中で発せられ、取り巻く環境にぶつかり反射して相互に影響し合う騒音エネルギーの様子を表現するパーティクルシステムを3ds Maxで設定した。その際、パーティクルの動きに応じ、色や透明度が変化するようにしている。

同氏は橋梁地区において実際に、拡散パーティクルエミッタとして乗り物の位置が使われ、騒音の強度は色の階調度や透明度によって表現された例を紹介した。

更なる展開へ

調査プロジェクトではヤーシャ・グローブマン氏が主催し、音響の時間的変化（エンベロープ）に基づく建物性能に関するワークショップも実施された。そこでは騒音などの情報を取得し、デザインの発生や反復に利用できる形に転換。また、現場における太陽や風の状態、歩行者の動きもシミュレーションしている。

併せて、マテゥ・スウォーツ氏らは交通騒音に関する着想の可視化を目指している。UC-win/Roadの交通情報は、乗り物の数や速度ばかりでなく加速とともに変化する要素を反映、可視化された騒音を理解するためにも有効なはずと考えられる。

たとえば、リアルタイムな位置および速度データを使い、乗り物や歩行者の動きを計算して視覚的露出が最適となるよう考慮。また、病院やショッピングモール、広場など循環指向の空間について検討および最適化を図る。さらに、軸線を用いた道路の位相関係を解析することで（アクシャルマップ分析）、計画された道路網の交通量を予測する ― などの展開を描く。

World 16 研究発表 6

インタラクティブなデバイスとVRの連動システム構築

Development of a Linking System for VR and Interactive Devices

ハーバード大学大学院
デザインスクール
博士課程
楢原 太郎 氏
Taro Narahara, Doctor of Design Student, Graduate School of Design, Harvard University

もともと数学が専門だったという、ハーバード大学大学院デザインスクール博士課程の楢原太郎氏。約十年にわたり日米両国で建築家として各種プロジェクトに参加、数々の国際的な設計実務も経験してきた。そのような中、05年にマサチューセッツ工科大学（MIT）から奨学金を得たのを機に、研究者としての活動を本格化。現在は、続いて発表するコスタス・タージディス氏（ハーバード大学大学院デザインスクール准教授）の下、デザインコンピューティングの研究に取り組む。「デザインと技術的な分野の橋渡しをするようなツールの作成にとくに興味を持っており、力を入れています」

「World 8」から「World 16」へ、自身の研究の推移

「World 8」の発足当初よりこの活動に関わる同氏は、MITでの「人間行動モデルの可視化」の研究がその発端と位置づける。

一般的には、エージェントベースのシミュレーションは避難シミュレーションなど、定量的な対象を扱うケースが多かった。これに対し、そこでは定性的なクオリティベースのシミュレーションに挑戦した、と振り返る。具体的には、初めに2Dのスケッチパッドのような環境（インターフェース）を設け、建築家が自由にデザインした空間上に随時、直接エージェント（仮

想フィギュア）を挿入。それらの空間に対する反応を可視化した。そしてその結果は3D Studio Max（3ds Max）上で再現。デザイナーがインタラクティブな設計ツールとしてエージェント技術を応用できないかとの発想から、新たなツールを作成している。

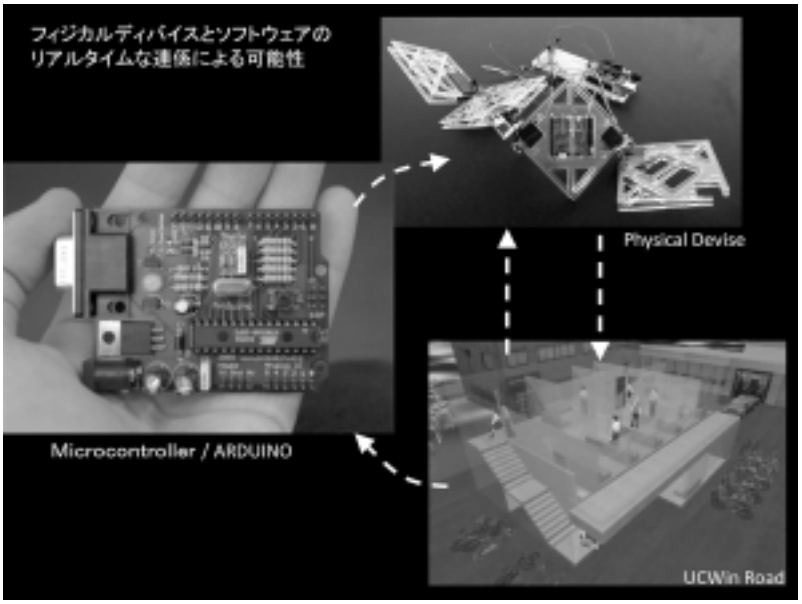
こうした取り組みが「UC-win/Roadの機能性の持つ可能性に非常に近い」（楢原太郎氏）こともあって、自身の「World 8」参加に繋がっているという。

その最初の活動では、フィギュアの動きをいっそうリアリスティックにするため、実際の人間の動きをモーションキャプチャによりデータ化。それをフィギュアに反映した上で、UC-win/Roadに取り込むことを目指した。まず、東京・渋谷のスクランブル交差点の3D空間を表現し、そこにエージェントベースの人間行動モデルとモーションキャプチャのデータを統合。人間がどのようにすれ違って行くかをシミュレーションし、UC-win/Road上で再現した。

「フィギュアが実際の人間の動きを使っているため、視覚的にはリアリティに訴えるものでした」とする半面、その際はフィギュアの動きを一旦シミュレーションし、その録画された情報をプラットフォーム（UC-win/Road）上で再現するものだった。その可能性を広げるという意味では、リアルタイムに、シミュレーションソフトとUC-win/Roadとを繋ぐことが次なる課題と考えられた。

フィジカルディバイスとソフトウェアのリアルタイムな連係による可能性
Real-time connection between a physical device and software)

本講演の画像はすべて、楢原太郎氏提供（Images provided by Mr. Taro Narahara）



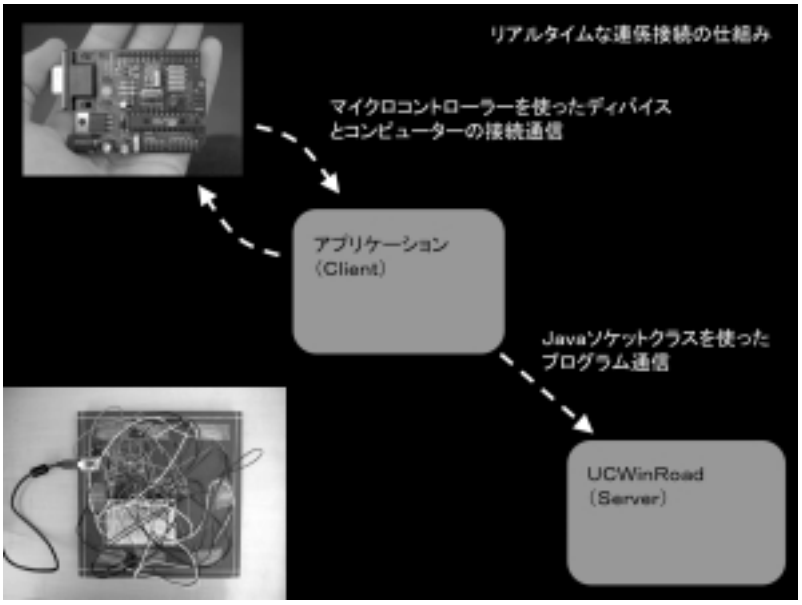
Arduinoに着目、リアルタイムかつインタラクティブな連携へ

そこで今回は、エージェントベースのシミュレーションとUC-win/Roadとをリアルタイムに接続。さらに、タンジブル・ユーザー・インターフェース（TUI）を使ってUC-win/Roadとのリアルタイムなインタラクション（相互作用）を試みることとした。

その際にカギとなったものとして同氏は、「Arduino」と呼ばれる、開発環境を備えたマイコン（マイクロコントローラ）ボードの活用を挙げる。

「従来（のマイコンボード）はというと、マイコンやアナログ回路などの知識・技術をある程度持っていないと手が出せないものでした」。ところが、これは非常

リアルタイムな連係接続の仕組み
Mechanism of real-time connection



群集シミュレーションと光センサーを使った、UC-win/Road上でのリアルタイムインタラクション
Real-time interaction on UC-win/Road using crowd simulation and an optical sensor

に安価な上、開発を容易に行うための機能も充実。これを使うことで、インタラクティブかつメカニカルなデバイスを自らつくり、コンピュータと繋ごうというユーザーの裾野は広がりつつあるとされる。

同氏自身も実際にそれまで、コンピュータのディスプレイとそのようにして作成したデバイスを繋ぎ、エージェントの動きをシンクロナイズさせたり、画面上の動きをフィジカルなオブジェクトで再現したり、逆にフィジカルな動きをコンピュータのシミュレーション側に送ったり、といった利用を実践。しかも、それらは比較的簡単に実現できたという。

「そういったものを、UC-win/Roadのようなハイエンドのソフトウェアのプラットフォームと繋ぎ、インタラクティブな交信を行うことで新たな可能性が広がるのでは、というのが今回のテーマです」

システムの仕組み、期待される可能性

まず、同氏がマイクロコントローラのアプリケーションをJava上で作成。一方、UC-win/Road上にサーバをつくり、このアプリケーションを通してサーバとクライアント（マイクロコンピュータを搭載したデバイス）との間でアプリケーション同士のリアルタイムな交信を行うという仕組みを構築した。

今回プロジェクトで同氏が作成したフィジカルなデバイスは、光センサーをグリッド上に配列。センサーのグリッドが操作者の手の位置を感知し、画面上のエージェントを動かすというもの。メモリを軽くするためにエージェントのグラフィックスは単純な形（玉）で表現された。しかし、互いに衝突を探知して回避し合うなどの動きは反映されている。

プロジェクトの第二ステージでは、このフィジカルデバイスの動きとUC-win/Road上のモデルを連携させた。具体的には、前述の東京・渋谷のスクランブル交差点を歩行している群衆に対し、衝突を避けながら車が走行するといったアプリケーションを作成。デモでは、操作者がフィジカルデバイス上に手をかざすと、それを多数のエージェントが回避する様子も再現された。

一連の取り組みにより、同氏はフォーラムエイトと共同でリアルタイムなリンクを可能にするプラグインを開発。それを実際に稼働させた場合のシミュレーションについても紹介している。

今回はアイディアを形にしていくための、シンプルなアプリケーションだったとは言え、たとえば、4D CAD的なアプリケーションにおける建設機材の動きなどへの対応も、楢原太郎氏は視野に入れる。安価なデバイスを利用することでさまざまな活用の可能性が広がり、そこからさらに新しい感性が開かれていくはずと期待を示す。