

ディスプレイ環境のスケーラビリティを考慮した大画面向け 入力デバイスシステムの構築

櫻庭 彬[†] 石田 智行[‡] 柴田 義孝^{*}

岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科[†] 滝沢村役場企画総務部情報システム課[‡]

岩手県立大学ソフトウェア情報学部^{*}

1. はじめに

昨今のデータ可視化技術の発展や超高解像度のデジタル画像を撮影できる機器の発達により超高解像度な出力画像を表示する環境への要求が高まり、多様な超高解像度大規模表示システムが提案されてきている。超高解像度環境の実現手法のひとつにタイルドディスプレイ (TDW) システム [1][2] が存在する。TDW システムは安価に高解像度表示空間を構築できるほか、表示空間のスケーラビリティが高い特徴を有している。しかしながら表示空間内のアプリケーションに対する入力は一般的なマウスやキーボードを利用したものであり、特にディスプレイの横幅が大きくなる傾向にある [3] TDW 環境ではユーザの操作において負担になると考えられる。

そこで本稿では、TDW 環境のような大規模高解像度表示環境に対する入力デバイスシステムを提案する。本手法ではユーザが保持した無線デバイスを直接画面上に向けて直感的な入力をアプリケーションの利用者に対して提供し、前述の問題への解決手法とした。また補助的に入力デバイスに接続したジョイスティックにより、入力デバイスの操作と比較して高い精度の入力を提供することで、幅広いタスクへの応用を試みる。また、赤外線ビーコンを利用したユーザの位置をシステムが識別できる機構を備え、ディスプレイ空間が大きくなる TDW システムに対してのスケーラビリティの確保を試みた。

2. 機能概要

本システム (Dual-mode input Equipment for Tiled-display system with Advanced IR Lighting Plus System: DETAIL⁺) は、大規模ディスプレイ上の GUI アプリケーションに対する直感的入力手法を提供することを目的としている。図 1 には本システムでどのように直感的入力を提供するかを示した。通常のデスクトップ環境でマウスを利用するようなケースでは、入力デバイスを画面上の操作したい部分に直接的にポインティング操作を行うことにより入力を行う。一方、精度の高い入力が必要とされるタスクでは、直接的入力により目標に近接したデバイスに接続したジョイスティックの操作により精細な入力を可能にする。ユーザの手の動きはデバイス内蔵センサの値を解析することでディスプレイ空間内の挙動として変換さ

れる。

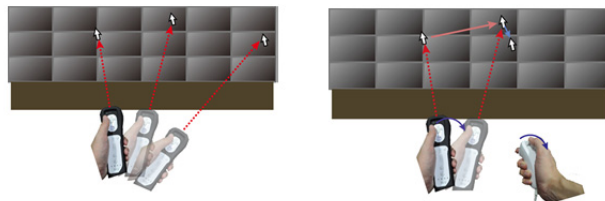


図1. 直接的入力(左)とジョイスティック併用入力(右)のイメージ

TDW システムは表示空間が極めて大きいので、ディスプレイのどの位置からでも入力が可能にする必要が生じてくる。本システムではディスプレイの前面に Infrared Beacon Talker (IBT) と称する赤外線ビーコン送信ユニットを配置し、そこから送信されるビーコンをデバイスで受信することにより、ディスプレイのどの位置を指し示しているかをシステムが把握することが可能となっている。IBT は制御ユニットと赤外線発光ユニットに分離可能で、マイクロコンピュータによりハードウェア制御されている。

3. システム構成

DETAIL⁺の構成を図 2 に図示した。システムは TDW 環境が構築されている環境で動作している。DETAIL⁺ Core はシステム全体を管理し、デバイスの挙動を分析するソフトウェアモジュールである。DETAIL⁺ Core は作業対象アプリケーションが稼働するアプリケーションノードで動作している。DETAIL⁺ Core はジャイロセンサ値やデバイス自身の状態を Bluetooth 接続で受け取り、デバイスの挙動を分析してアプリケーションへの入力の変換を行っている。

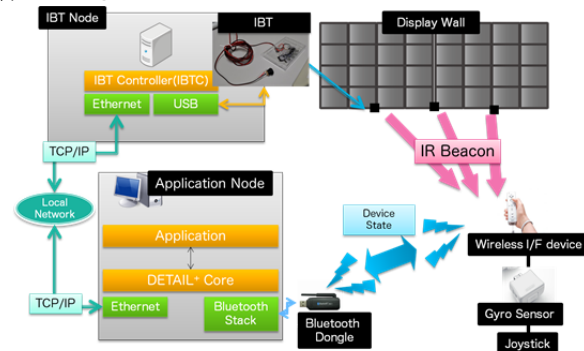


図2. システム構成図

IBT のハードウェア制御はマイクロコンピュータが行い、マイクロコンピュータはアプリケーションノードからのメッセージを受けて IBT ノードがシリアル接続された IBT 上のマイクロコンピュータを制御する。IBT ノー

Input Device System for Large Scale Display Environment with Highly Scalability

[†]Akira Sakuraba: Grad. Sch. of Software & Information Sci., Iwate Prefectural Univ.

[‡]Tomoyuki Ishida: Information System Div., General Administration Dept., Takizawa Village Government

^{*}Yoshitaka Shibata: Fac. of Software & Information Sci., Iwate Prefectural Univ.

ドには IBT Controller が動作しており、このモジュールが Core や IBT との通信を行う。IBT は表示ディスプレイの枚数や構成に応じて数を自由に増減させることができ、IBT ノードは IBT1 ユニットにつき 1 台必要となっている。

4. プロトタイプシステム

本システムのプロトタイプシステムは、入力デバイスとして任天堂 Wii の標準コントローラである Wii リモコンを使用した。このほかジャイロセンサの搭載のために拡張コントローラである Wii モーションプラスと、ジョイスティックを装備したヌンチャクを接続している。

IBT は高輝度赤外線 LED を 1 ユニットあたり 4 基、扇形に配置している。これによりビーコンは IBT の中心部から水平22°、垂直6°の方向に向けて送信される。IBT 発光ユニットの制御には AVR をベースとしたマイコンボードを利用した。



図3. IBT ビーコン送信ユニット

TDW 環境は Samsung UD[4]を想定しており、一般的な Windows アプリケーションを操作できるよう、Win32 API を利用したアプリケーションとのインタラクションフィルタを構築した。

5. 評価

本システムの評価として、デバイス内蔵のセンサ感度の測定と、各デバイスがどの程度の入力解像度を有しているかを測定した。

水平方向運動中のセンサ出力値はほぼ実際の運動に追従しており、実際の運動誤差との差は平均4.5°、フレームあたりの平均感度は3.42°であった。一方の垂直方向でも運動にほとんど追従したセンサ出力値が得られ、実際の運動との平均誤差は3.25°、平均感度はフレームあたり3.3°となった。このことから、水平垂直両方向の運動で少なくとも3.5°のセンサ感度を有することが明らかとなった。

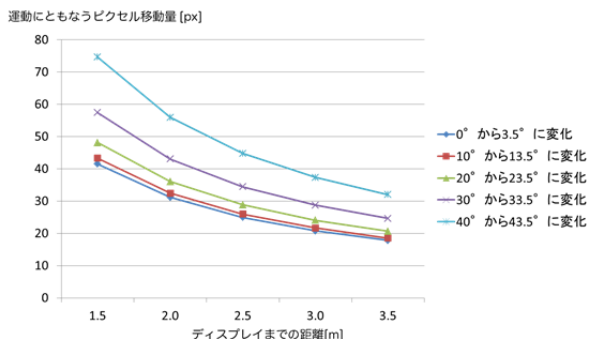


図4. 内蔵センサ利用時の角度あたりの最高解像度

図 4 はディスプレイ面に鉛直に対面したデバイスの位置を原点とした場合に、一定の角度を運動後に最小感度の運動を行った場合に変換されるピクセル距離を示した。原点からの角度が40.0°から43.5°と原点から大きく運動し

た後における状況下で、ディスプレイ・ユーザ間距離が 1.5m と近接していても、100px 以下の入力解像度が期待できることが示された。

図 5 ではジョイスティック利用時の解像度推定を行った。スティックを最大限に倒すと毎秒 350px 移動するようシステムで設定し、中程度倒した場合と最大倒した場合にカーソルが移動する距離について調査した。最大限に倒した場合は 344px 毎秒、中程度では 169px 毎秒の移動距離が得られた。一般に人間の視覚からの反応が 200ms 程度であることを考慮に入れると、ジョイスティックを利用するケースでは最高で、中程度の倒し方では 34px、最大に倒したケースでも 67px 程度と推測される。

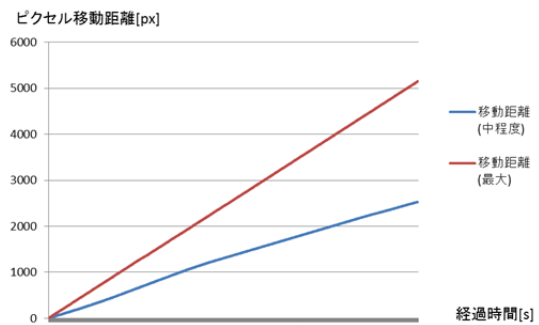


図5. ジョイスティック利用時の入力可能解像度推定

6. おわりに

本稿では、大規模高精細表示環境を対象とした、スクレーバリティを考慮した入力デバイスシステムを提案した。デバイスの運動を分析することにより、画面上のオブジェクトを直接操作できるような直感的入力を可能にした設計を行い、ユーザの指し示す位置を確実にシステムが把握するための赤外線ビーコン装置の開発も併せて実施した。

本システムをプロトタイプ環境に適応した際の評価では、本システムでプロトタイプとして利用しているデバイスや環境では、タスクに依存するものの、GUI 操作を行うには十分な解像度を有すると考えることができる結果を得た。

今後は赤外線ビーコン部分の評価を行うほか、本システムを利用したアプリケーションの検討を行う方針である。

参考文献

- [1] 千葉, 柴田: "複数ディスプレイを用いた高解像度プレゼンテーションシステムの研究", 情報処理学会全国大会講演論文集, Vol.71, No.2, pp.291-292(2009).
- [2] L. Renambot et al.: "SAGE: the Scalable Adaptive Graphics Environment", http://www.evl.uic.edu/files/pdf/sage_WACE2004.pdf (2004).
- [3] R. Jota et al.: "A comparison of ray pointing techniques for very large displays", Proceeding of Graphics Interface 2010, pp.269-276(2011).
- [4] Samsung UD: <http://www.samsunglfd.com/solution/feature.do?modelCd=Samsung%20UD>