

Network Visual Haptizingに関する研究開発 (0221019)

Research and Development on Network Visual Haptizing

石井 抱 広島大学大学院工学研究科
Idaku ISHII Graduate School of Engineering, Hiroshima University

研究期間 平成 14 年度～平成 16 年度

概要

本研究では、視覚センサにより得た動的な実環境情報を実時間で可触化 (VH: Visual Haptizing) した情報としてネットワーク上で共有することを目指した NVH (Network Visual Haptizing) システムの研究開発を行った。具体的には、実環境情報を含む視覚情報の実時間 VH 技術をネットワーク上で実現するために、a) 1 対 1 接続型の双方向 NVH システム構築、b) 1 対多接続型 NVH システム構築、c) NVH のための画像処理・触覚インタラクションアルゴリズムに関する研究開発を行い、新たなネットワークインタラクションの概念としての NVH の有効性をシステムレベルで検証した。

Abstract

In this research, "Network Visual Haptizing(NVH)" is introduced as a concept that visual information is converted into tactile display information in order to display real world information via network, and various types of NVH systems are developed. Image processing and tactile displaying algorithms for NVH are also implemented on the NVH systems, and the network communication results are shown.

1. Network Visual Haptizing

NVH(Network Visual Haptizing) は、実環境情報を視覚センサにより観測し、画像を基に位置や形状に対応して、視覚センサからの画像に対応した仮想的な接触情報へ変換し、ネットワークを介して触覚ディスプレイに通信し、遠隔地などでの実環境に対する触覚提示情報をネットワーク共有可能とする考えである。NVHの基本的な処理の流れを図1に示す。

この図では視覚センサが接続されたサーバー、触覚ディスプレイが接続されたクライアントがネットワーク上で通信する例を示し、視覚センサからの画像情報をもとに触覚ディスプレイへ触覚提示する。NVHでは、画像を直接触覚提示するだけではなく、視触覚モダリティ間の相違の補償、人間の触覚特性に合わせた触覚強調、ネットワーク通信容量を考慮した情報圧縮など、様々な形態のVH 処理をユーザに合わせて導入することが可能となる。

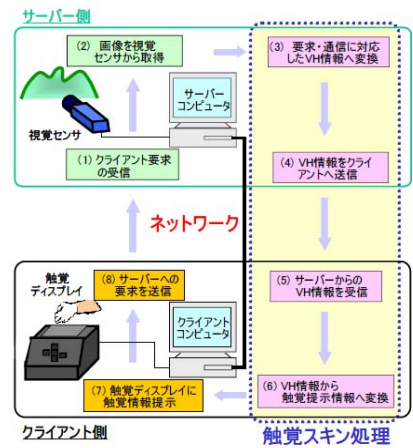


図1 NVH システムの処理の流れ

2. 1対1接続型双方向NVHシステム

触覚ディスプレイ、視覚センサ及び制御PCが1セットとなるサブシステムをネットワーク接続することにより、ユーザ間の双方向インタラクティブな仮想的な接触を行う1対1接続型NVHシステムを開発した。システム構成を図2に示す。触覚ディスプレイとして32×24ドット触覚提示 (提示レート約25Hz) が可能なKGS社の点図ディスプレイDotView、視覚センサとして1024×1024画素イメージャとDSPを搭載したFastcom Technology社のiMVS-155を用いた。なおPC上のOS はWindows 2000 を用い、ネットワーク通信プロトコルはTCP/IPとした。

それぞれのサブシステム上にDotView上でユーザが指を動かすことにより、お互いの指を仮想的に接触した実験の様子を図3、その実行時間をまとめたものを表1に示す。ネットワーク環境としては、農工大 (東京都小金井市) の研究室内同一サブネット内、農工大内の異なるサブネット間、農工大 - 広島大 (広島県東広島市) 間の3 パターンとした。なお、各サブネット内のネットワーク通信速度は100Mbpsである。ネットワーク通信時間は、最も大きい農工大 - 広島大間においても2.6ms程度であり、触覚パターンディスプレイの触覚提示速度に比べて、ネットワーク通信による提示レートや時間遅れの影響は大きいものではなく、いずれのネットワーク環境時においてもシステム全体として15Hz 程度のスピードで動作することを確認した。

送信データ	実験場所	総時間 (最大時)	画像取得	ネットワーク通信時間	触覚提示 (最大時)
32×24画素	研究室内	71	64	0.08	6.7
	農工大内	71		0.16	
	農工大-広島	73		2.60	
4×2画素	研究室内	0.83	0.75	0.006	0.07
	農工大内	0.83		0.012	
	農工大-広島	0.86		0.04	

表1 双方向 NVH 通信実験の実行時間
単位は ms

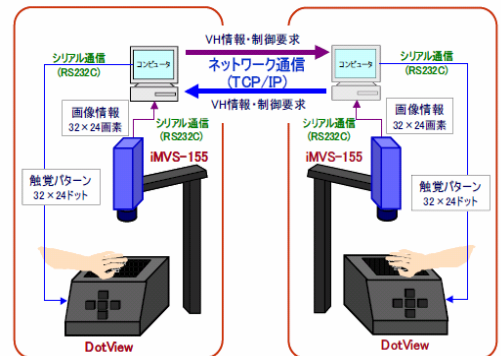


図2 双方向 NVH システム

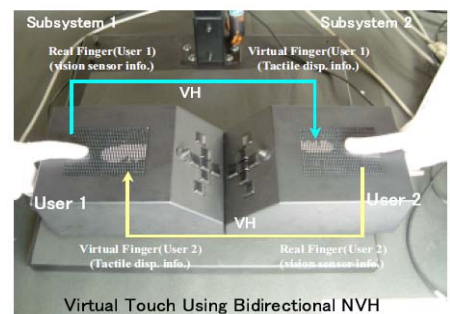


図3 指先の仮想接触

3. 1対多接続型NVHシステム

次に視覚センサ及び制御 PC を 1 セットとするサーバーシステム（サブシステム 1）と、触覚ディスプレイ及び制御 PC を 1 セットとした複数のクライアントシステム（サブシステム 2）がネットワーク上で接続された、図 4 に示すような 1 対多接続型 NVH システムの開発を行った。このシステム上では、サーバーシステムで獲得した画像情報をネットワークへ同時転送し、クライアントサブシステム上で触覚パターン提示することにより、複数のユーザが同時に同一対象物を仮想的に接触することができる。なお視覚センサ、触覚ディスプレイ及びネットワーク環境は前述の双方向 NVH システムと同様なものを用いて通信実験を行った。

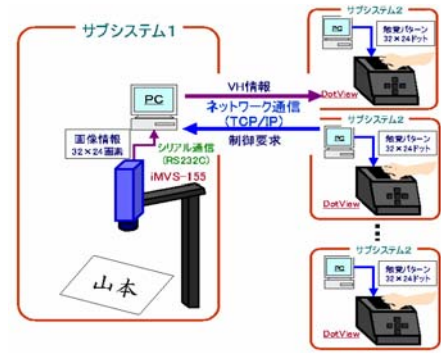


図 4 1 対多接続型 NVH システム

この実験の結果、得られた処理・通信時間を表2に示す（サーバーは全て農工大研究室サブネット内にあるとし、クライアント a) 2台ともに農工大研究室サブネット内、b) 1台が農工大研究室サブネット内、1台が農工大研究室サブネット外、c) 1台が農工大研究室サブネット内、1台が広島大にある3パターンを示した）。ネットワーク通信時間は、最も大きい東京農工大学 - 広島大学間においても2.8ms程度であり、いずれのネットワーク環境時においてもシステム全体として15Hz 程度のスピードで動作することを確認した。

送信データ	実験場所	総時間 (最大時)	画像 取得	ネットワーク 通信時間	触覚提示 (最大時)
32×24 画素	研究室内	71	64	0.157	6.7
	研究室内, 農工大内	71		0.29	
	研究室内, 農工大-広大	73		2.76	
4×2 画素	研究室内	0.83	0.75	0.011	0.07
	研究室内, 農工大内	0.83		0.019	
	研究室内, 農工大-広大	0.86		0.049	

単位は ms

表 2 1 対多接続 NVH 通信実験の実行時間

4. 触覚スキンを用いたVHアプリケーション

触覚スキンは、画像情報を単にそのままの形で操作者に触覚提示するのではなく、視覚センサから得られた画像に対し、人間の触覚特性、ネットワークの通信状況、さらにはユーザの嗜好性などに合わせたパターン変換やパラメータ抽出処理を行った上で、最適な触覚パターン提示を行う考えである。触覚スキンの概念を図5に示す。

本研究では、画像特徴量を計算した上でネットワーク上に送信し、受信側で再び32×24画素の触覚パターン情報に復号化する触覚スキン処理として、エンハンスト触覚スキン、軌跡表示触覚スキン、方向表示触覚スキンなどをNVHシステムに実装を行い、その基本性能評価を行ったが、本稿では、このような処理を用いたVHアプリケーションとして局所フィードバック触覚スキンを用いた対戦型ゲームについて述べる。

局所フィードバック触覚スキンは、被接触対象側の視覚センサから得た情報だけではなく、ユーザ側の視覚センサ情報に基づき計算された画像特徴量に基づき、例えば指先周辺のみ触覚パターン提示するといったインタラクティブ触覚提示を実現する考えであり、このような触覚スキンを双方向NVHシステムに実装したVHアプリケーションの一つとして、ネットワークを介した対戦型の触覚提示ピンポンゲームを構築した。

触覚提示型ピンポンゲームを行っている様子を撮影したものを図6に示す。このゲームは、8×8画素の局所フィードバック触覚スキンを双方向に拡張し、ネットワークを介して互いのユーザの指先位置情報を利用して、触覚提示装置DotView上に仮想的なボール対象を提示する。その上で、互いのユーザの指先位置にボールが来た場合に、ボールを逆方向へ弾くような仕組みになっている。なお、これらの触覚スキンにおける処理速度は、iMVS-155における2値画像情報抽出、PCへの情報転送、ネットワーク通信、触覚パターン生成の合計時間は7.92msとなり、DotViewの提示速度に比べて十分に速く、システム全体としての表示レートは触覚パターン提示の表示速度に依存するものとなった。

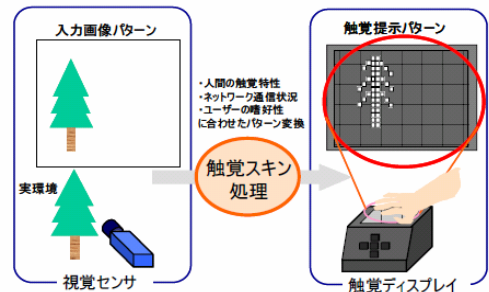


図 5 触覚スキンの概念

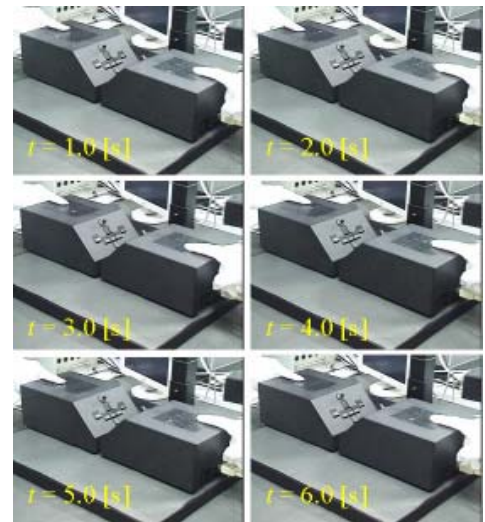


図 6 対戦型ピンポンゲームの様子

4. まとめ

本研究では、視覚センサにより得た実環境情報を触覚情報としてネットワーク上でリアルタイム共有することを目指した NVH システムを提案し、1 対 1 接続型の双方向 NVH システム、1 対多接続型 NVH システムの構築を行うとともに、触覚スキンの概念の導入を行い、新たなネットワークインタラクションの概念としての NVH の考えを示した。本研究における NVH の考えは、複数ユーザによるインタラクティブな触図システム、視覚障害者のための触覚コミュニケーション、モバイルツール上での検索対象までの距離・方位の実時間触覚提示など、様々な応用展開が考えられる。

誌上発表リスト

[1]石井抱、金丸謙介、“Network Visual Haptizing システム”、日本バーチャルリアリティ学会論文誌 Vol.9 No.3 pp227-234 (2004)