

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 11 日現在

機関番号：17301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24650561

研究課題名(和文) 簡易型3D立体視による双方向遠隔対話環境の構築と教育的活用場面の検討

研究課題名(英文) Development of Two Way Distance Communication Environment Using Easy 3D Stereoscopic Vision and Consideration of Educational Scene

研究代表者

藤木 卓 (FUJIKI, Takashi)

長崎大学・教育学部・教授

研究者番号：00218992

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円、(間接経費) 900,000円

研究成果の概要(和文)：PCベースのUSBカメラによる対話ツールを用いて、3D立体視による遠隔対話環境を構築し、画質の評価と、教育的活用場面の検討を行った。その結果、対話環境の画質はカメラの画素数に依存するが、どのカメラでも立体視は可能である(単眼でのネットワーク伝送時、300万画素カメラで5Mbps、100万画素カメラで1Mbpsのビットレート)ことが分かった。また、3D立体視の教育的活用は、実技や講義場面で可能なことが分かった。

研究成果の概要(英文)：Using a communication tool with a USB camera, enabled a 3D stereoscopic vision an environment of distance communication has developed. The picture quality has evaluated and educational scenes have considered. The followings are obtained. However the picture quality of communication environment depends on the number of pixels of camera, every cameras are enable the 3D stereoscopic vision. When the picture stream is transmitted on a local network with one camera, the bitrate is 5Mbps about the 300 million pixels camera and the bitrate is 1Mbps about on e million pixels camera. Moreover, the educational use with the 3D stereoscopic vision is enable about the demonstration and the lecture scenes.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学，教育工学

キーワード：遠隔教育 3D立体視 遠隔対話環境 教育的活用

1. 研究開始当初の背景

(1)実験的に劣化させたネットワーク伝送映像を用いて、DV(Digital Video)動画(解像度720x480ドット、無負荷時のビットレート28.9Mbps)の品質と主観評価の関係が明らかにされている(藤木ら2003)。この伝送映像の評価手法は、本研究の3D立体視伝送映像の評価に適用できる。

藤木ら2003:DV動画を用いた遠隔講義における画像劣化の許容範囲:教育システム情報学会誌,20(3),266-273,2003

(2)長崎-鹿児島-沖縄の複式学級をテレビ会議装置で接続して行われた遠隔共同学習の実践(藤木ら2007)で、低解像度での動画でも効果的な学習が可能であることが示されている。そして、現状で得られる品質のメディアの、教育的な活用策に関する検討の重要性が指摘されている。

藤木ら2007:三大学の連携による離島の複式学級を結ぶ遠隔共同学習の実践:日本教育工学会論文誌,31(Suppl.),137-140,2007

(3)遠隔学習を想定した映像提示においてVRによる立体視を活用する場合、VR画面と講師の実写映像を別々の画面に提示するよりも、合成した映像の方が提示の効果は高いことが示されている(藤木ら2008)。しかし、この場合、VR画面の遠隔伝送は行われていない。

藤木ら2008:遠隔学習のためのVRと実写の合成映像に関する主観評価:日本教育工学会論文誌,32(Suppl.),157-160,2008

(4)民生用ハイビジョンカメラによる立体視映像伝送システムを用いた遠隔教育は実現されている(近堂ら2010)。しかし広帯域での使用が前提であり、狭帯域での通信環境が想定される離島・へき地での活用は難しく、狭帯域対応の立体視伝送環境の実現が期待されている。

近堂ら2010:民生用ハイビジョンカメラを用いた立体視映像伝送システムの構築と遠隔教育への適用,DICOMO2010,38-43,2010

2. 研究の目的

次の3点が、本研究の目的である。

- 1)USBカメラを用いた簡易型3D立体視による双方向遠隔対話環境の構築
- 2)双方向遠隔対話環境の品質の評価
- 3)双方向遠隔対話環境の教育的活用場面の検討

3. 研究の方法

研究の実施にあたり、交付額の制限から、ここでの遠隔対話では、映像に焦点を絞り音声は取り扱わないこと、また、伝送方向は一

方向で行うこととした。

(1)遠隔対話環境の構築

映像生成及び伝送にはSkype等の簡易ビデオ会議ツールを用いることとし、全画面表示で出力させることにより左右映像のウィンドウ位置調整の問題をクリアすることとした。

カメラには、100~300万画素程度の普及価格帯のUSBカメラを用意することとした。

左右眼用のカメラ映像を、簡易ビデオ会議ツールをインストールしたそれぞれ1台ずつのノートPCで生成させてネットワークに伝送し、左右眼用の受信用ノートPCで受信させることとした。

受信した左右眼用映像を、変換器等を経由させて3D用ディスプレイに出力させ、偏光メガネ装着により立体視を確認した。

3D信号変換器は、左右の映像の同期を要求するため、同期信号発生器でHDMI-SDI変換器及び3D信号変換器での信号間の同期をとることとした。

送信側からネットワークに伝送する映像は、左右それぞれを独立に伝送する形態をとることとした。これは、Skype等の簡易ビデオ会議ツールでは、送信PCと受信PCのリンクが確立しなければ映像の送受信が実現しないからである。

遠隔対話環境に用いる各種変換器や、3Dディスプレイ、左右映像用のPC等は、携帯することを考え可能な範囲で小さく軽いものを選定した。

送信側の左右映像用のUSBカメラは、ジグ等を自作して人の眼間距離(6.5cm~7cm程度)に近い値に設定可能とした。

(2)遠隔対話環境の品質評価

遠隔対話環境で生成される3D立体視映像について、単眼像の画質、立体視の結像の程度等の観点で品質の評価を行うこととした。

遠隔対話環境に用いるUSBカメラは、画素数の異なる30万、120万、300万画素のものを用意し、3D立体視映像の品質の変化を実験的に明らかにすることとした。

3D立体視映像の品質はローカルなネットワークで基本性能を検討するが、大学間のような実際の使用環境及び、インターネットの利用が混み合う時間帯についての検討に役立てるために、長崎大学-静岡大学間での18時~20時におけるSkype接続によるネットワーク上のビットレートを併せて測定することとした。

(3)双方向遠隔対話環境の教育的活用場面の検討

3D立体視では、奥行き感のある映像提示を可能とする。そのため、実験や実習等の実技操作や動きを伴う学習において、効果を発揮すると考えられる。そこで、教育的活用場面としては、中学校の技術・家庭科の授業場面から、実技を伴う2場面(両刃のこぎりのつ

くり, かなのつくり)と, 講義 2 場面(木材のつくり, 木材の特徴)を設定した。

これらの教育的活用場面について, ローカルなネットワークで, 300 万画素の USB カメラを用いて映像を伝送し, 立体視の品質について検討することとした。

4. 研究成果

(1) 遠隔対話環境の構築

30 万, 120 万, 300 万画素の USB カメラを用いた Skype 伝送による遠隔対話環境を構築した。この対話環境に用いる各種変換器や, 3D ディスプレイ, 左右映像用の PC 等は, 携帯することを考え可能な範囲で小さく軽いものを選定した。なお, 送信側の左右映像用の USB カメラは, ズグ等を自作して人の眼間距離 (6.5cm ~ 7cm 程度) に近い値に設定可能とした。

(2) 遠隔対話環境の品質評価

遠隔対話環境で生成される 3D 立体視映像について, 単眼像の画質, 立体視の結像の程度等の観点で品質の評価を行った。カメラによる映像の違いを, 図 1~3 に示した。



図 1 30 万画素カメラでの映像例



図 2 120 万画素カメラでの映像例

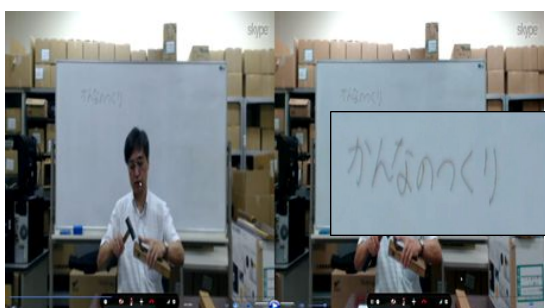


図 3 300 万画素カメラでの映像例

図 1 は, 解像度が低く, 「かなのつくり」

の文字に滲みが見られ, 画質の低下が明確である。図 2 は明瞭であるが, 図 3 に比べると視野範囲が異なることが分かる。図 3 はフォーカスが適切でない印象を受けるが, カメラが捉えている視野範囲が広く, 図 1 よりも解像度が高く, 高品質であることが分かる。再生画像による立体視での印象も, 同様であった。なお, 図中それぞれの文字画像は, 画質の比較のために, 「かなのつくり」文字部分を同じ画素数で切り出したものである。

結局, どの画素数でも立体視は可能であるが, 画素数の低下に伴い, 単眼像の画質及び立体視の結像の品質は, 低下することが分かった。

遠隔対話環境による伝送時のビットレートは, 300 万画素の USB カメラで, 図 4 に示す平均 5Mbps, 100 万画素のカメラ (PC 本体内容品) で平均 1Mbps であった。

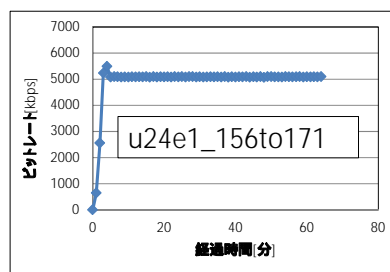


図 4 ビットレート (300 万画素カメラ)

長崎大学 - 静岡大学間での 18 時 ~ 20 時における Skype 接続によるビットレートは, 図 5 に示す平均 1062Kbps で安定しており, 安定して伝送可能であることが確認できた。

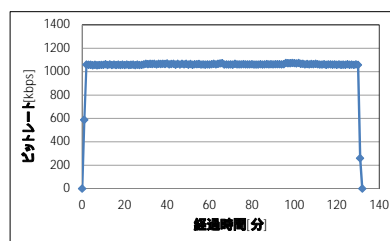


図 5 長崎大 - 静岡大間ビットレート

(3) 双方向遠隔対話環境の教育的活用場面の検討

設定した教育的活用場面は, 中学校の技術・家庭科の授業場面から, 実技を伴う 2 場面(両刃のこぎりのつくり, かなのつくり)と, 講義 2 場面(木材のつくり, 木材の特徴)を設定した。図 6~9 に, それぞれの場面の映像例を示した。



図 6 実技場面 1 「両刃のこぎりのつくり」



図7 実技場面2「かんなのつくり」



図8 講義場面1「木材の繊維」



図9 講義場面2「木材のつくり」

なお、これらの映像は、対照映像として撮影した、民生用の3Dビデオカメラによるものを2D表示させた映像であり、本実験で用いたUSBカメラのものではない。

教育的活用場面について、ローカルなネットワークで、300万画素のUSBカメラを用いて映像を伝送し、立体視の品質について検討した結果、次の結果が得られた。

ネットワークの伝送帯域が十分なローカル・ネットワーク環境では、場面の違いによる立体視の品質差は見られなかった。これは、300万画素のUSBカメラにおけるビットレートでもカメラ1台で5Mbps程度であり、2台による立体視時でも10Mbpsで済んだことから、1000BASE規格でのネットワーク環境では十分な帯域が確保できることが理由であると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 3件)

藤木卓, 川上博之, 寺嶋浩介, 小清水貴子: 児童生徒の被爆遺構巡りによる現在と過去をつなぐ視点獲得を支援するVRを用いた学習環境の開発と評価, 日本教育工学会論文誌, Vol.37(Suppl.), 121-124, 2013(査読有)

藤木卓, 市村幸子, 寺嶋浩介, 小清水貴子: VRコンテンツの精度が現実感と酔いに与える影響, 日本教育工学会論文誌, Vol.36(Suppl.), 73-76, 2012(査読有)

藤木卓, 津村英幸, 寺嶋浩介: VRと実写映像合成時の主観評価に関する輻輳角の条件の検討, 長崎大学教育学部紀要自然科学, Vol.80, 23-29, 2012(査読無)

〔学会発表〕(計 3件)

藤木卓, 中塩屋美羽, 寺嶋浩介, 小清水貴子: 被爆証言とVRを組み合わせた平和学習の施行と評価, 日本教育工学会第29回全国大会(秋田大学), 2013年9月21日~23日

藤木卓, 市村幸子, 寺嶋浩介, 小清水貴子: VR映像の品質と現実感及びVR酔いに関する検討, 日本産業技術教育学会第55回全国大会(北海道教育大学旭川校), 2012年9月1日~2日

小八重智史, 藤木卓, 北原加保里: 技術科における原爆VR教材によるSTSP教育の実践と評価, 日本産業技術教育学会第55回全国大会(北海道教育大学旭川校), 2012年9月1日~2日

6. 研究組織

(1) 研究代表者

藤木卓 (FUJIKI, Takashi)

長崎大学・教育学部・教授

研究者番号: 00218992