ポケレポ GO: ワンマンライブレポートシステムの構築

竹川佳成[1,a)]　松村耕平[2,b)]　西村陽菜[1,c)]

概要：本研究では，1 人でのライブレポートを支援するシステム「ポケレポ GO」の構築を目的とする．ライブ中継ストリーミングサービスの普及に伴い，だれもが自分の興味・関心，身の回りの出来事を放送できるようになった．ワンマンライブレポートにおいては，撮影後に編集ができないことや，多くの作業を同時に行うことが求められるため，放送の品質の低下や，限られた情報の伝達といった問題を引き起こす可能性がある．これらの問題を解決するために，提案システムは，状況依存性の高い現場で，ライブレポートを円滑に進めるための機能を提案する．提案システムのプロトタイプシステムを実装し，評価実験によりプロトタイプシステムで撮影した映像の品質は，複数人で取材をする形態の比較手法よりも高いことが明らかになった．

Pokerepo GO: Construction of a Support System for Solo Live Reporting

Yoshinari Takegawa[1,a)]　Kohei Matsumura[2,b)]　Haruna Nishimura[1,c)]

Abstract: Solo videojournalism has become a popular form of reporting for many television stations and online news sites. We foresee that television stations will amalgamate with Internet broadcasting services and the amount of this kind of live streaming content will increase day by day. In solo live reporting which refers to live streaming style Solo Videojounalism, a reporter will be struggling to deal with a lot of work, particularly because he/she cannot edit the report after shooting. This can be an overwhelming burden and may cause low-quality broadcasting and/or a reduction in the amount of information broadcast. The goal of our study is to design and implement a support system for solo live reporting. The functions of our proposed system, such as intuitive camera operation, time keeping, addition of captions will aid solo live reporting and increase the quality of video contents. We evaluate a working prototype through a user study. We also discuss the strong and weak points of the system and the future direction of our research.

1. はじめに

多くのテレビ局やオンラインニュースサイトにおいて，Solo Videojournalism といわれる，撮影（映像・音声の取得および照明の制御を含む），ナレーション，編集などを 1 人で遂行する取材手法が一般的になってきている．これは機材の小型・多機能化といったハードウェアの進化もさることながら，日常を多様な視点から切り取ることへの社会的要請や，テレビ局におけるコスト削減が背景にある [1]．Solo Videojournalism においては，撮影・編集などを一人で行うことが求められるが，Headley[2] が “The concept of replacing a two- or three-person news crew with one highly skilled journalist...” と述べるように，これには高いスキルが求められる．Solo Videojounalism について，ジャーナリストの負担が作品の品質や信頼性の低下させていると Massineo は主張している [3]．

ビデオを用いた取材とその放送はコマーシャルな領域だけでなく，一般の人々にも広がりを見せている．特にライブストリーミング放送の発展は著しく，Ustream や Youtube Live 等のライブ中継ストリーミングサービスの普及に伴い，だれもが自分の興味・関心，身の回りの出来

1 公立はこだて未来大学
Future University Hakodate
2 立命館大学
Ritsumeikan University
a) yoshi@fun.ac.jp
b) matsumur@acm.org
c) ymm4lump@gmail.com

© 2016 Information Processing Society of Japan

事を放送できるようになってきている．アマチュアのみならずテレビ放送局においてもインターネット放送との融合が進み，このようなライブ形式の放送コンテンツは今後ますます増えていくと予想できる．本論文において，生放送形式の Videojournalism のことをライブレポートと呼称する．ライブレポートにおいて，レポータは同時に多くの作業を行わなければならず，リアルタイムに放送されるため，撮影後に編集できない．このためレポータに多くの負担を強いる．このようなレポータにかかる負担は，放送の品質の低下や，限定的な情報しか伝達できないといった問題を引き起こす可能性がある．

そこで本研究では，これらの問題を解決するために，1 人でのライブレポートを支援するシステム「ポケレポ GO」の構築を目的とする．

実運用を通してプロトタイプシステムを改良するという反復的デザインプロセス (Iterative Design Process) にもとづき，ライブレポートにおける撮影（映像・音声の取得および照明の制御を含む）・編集を同時に実施し，時々刻々と変化する現場の状況に柔軟に対応するための UI（User Interface) デザインおよび機能を検討した．

2. 関連研究

2.1 撮影支援

撮影の支援にはこれまでいくつかの先行的な取り組みがある．Engström らは音楽ライブの撮影環境において，カメラの位置を推薦する機能を中心とした支援システムを提案している [4]．このシステムでは，音楽のライブ会場にいる撮影者たちの映像をミキシングすることによって Video Jockey 映像を協調的に作り出すことを目的としている．

Schofield らは参加型のビデオ撮影および編集を支援するプロジェクト Bootlegger[5] を提案した．このプロジェクトにおいては，Bootleg といわれるファンによって撮影される音楽ライブなどの映像作品（違法の場合もある）の制作をライブへ参加する一つの動機として提供し，参加者が協調して高い品質の Bootleg を制作することを目的としている．システムが撮影のテンプレートや撮影タイミングを提供することによって撮影技法を熟知していない撮影者同士が協調して高い品質の映像制作を支援する．Mitarai ら [6], [7], [8] は一連の研究を通じて，初心者のビデオ撮影，特に，感情の表現を伝えるための支援システムを提案している．

本研究では，ワンマンライブレポートに焦点を定めており，音楽ライブ以外の多様な現場で利用されることを想定している．また，変化する現場の状況に柔軟に対応しながら，撮影・編集というマルチタスクをいかに効率的に遂行できるか検討しているという点で，解決方法が根本的に異なる．

2.2 ロボットによる撮影

ウェアラブルロボットや，UAV などロボットによってビデオ撮影を行おうとする試みがある．Matsumoto らは Journalist Robot[9] といわれる，カメラとスピーカーおよび移動機構を備えたロボットが身の回りのニュースを自動的に取材し，蓄積するシステムを提案している．これは Solo Journalism ならぬ Zero Journalism への一提案ではあるが，実現に向けては解決しなければならない多くの問題が残っている．

より実際的な例では Byers らによるロボットによる写真撮影の試み [10] がある．これは，予め設定された構図をもとに，ロボットが適切な写真を自動的に撮影するというものである．構図をテンプレート化して，それをもとに撮影しようとする試み [5] は，Bootlegger でも採用されており，ロボットによる支援という観点においてより現実的である．Kashiwabara らは TEROOS[11] といわれる肩乗り型ロボットを提案している．これは，遠隔の操作者が協力者の肩を借りて移動およびコミュニケーションを図る一種のテレプレゼンスロボットであるが，このような仕組みを用いることでテレプレゼンスとしての Journalist Robot の可能性を考えることができる．

Higuchi らは Flying Eyes[12] といわれる UAV を利用した自由視点映像コンテンツを撮影するためのシステムを提案している．このシステムは自律撮影とカメラワーク指示のための UI を備えている．カメラワークの自動化についてもライブレポート支援における一つの可能性として考慮したい．

3. 設計

提案システムの典型的な利用シーンである見本市・展示会を例にライブレポートの特性について考えてみる．視聴者に見本市や展示会の様子を伝えるために，レポータは会場全体の雰囲気を説明したり，多数あるブースのいくつかを訪問し展示者を取材したりする．このライブレポートにおいては下記のように，複数の被写体・音源の撮影（1.–4.），照明の制御（5.），映像の切り替え（スイッチング）・テロップ・BGM・効果音の挿入や画面のレイアウト変更といった編集（6.–8.），取材そのものを円滑に進めるための支援（9.），配信（10.）が必要になる．

(1) 会場全体の様子や雰囲気などを説明するレポータ自身の撮影（図 1-(1)）
(2) ブース内の展示者にインタビュするために，展示者の撮影（図 1-(2-1)）やレポータと掛け合いしている様子の撮影（図 1-(2-2)）
(3) 展示物やポスタなどの撮影（図 1-(3)）
(4) 展示物を体験している来場者あるいはレポータ自身の撮影（図 1-(4)）
(5) 暗い場所において撮影できるよう，現場を明るくするための照明
(6) 視聴者が状況を理解しやすくするためのテロップの挿入
(7) 現場の雰囲気を盛り上げたり，現場のイメージを誘導

© 2016 Information Processing Society of Japan

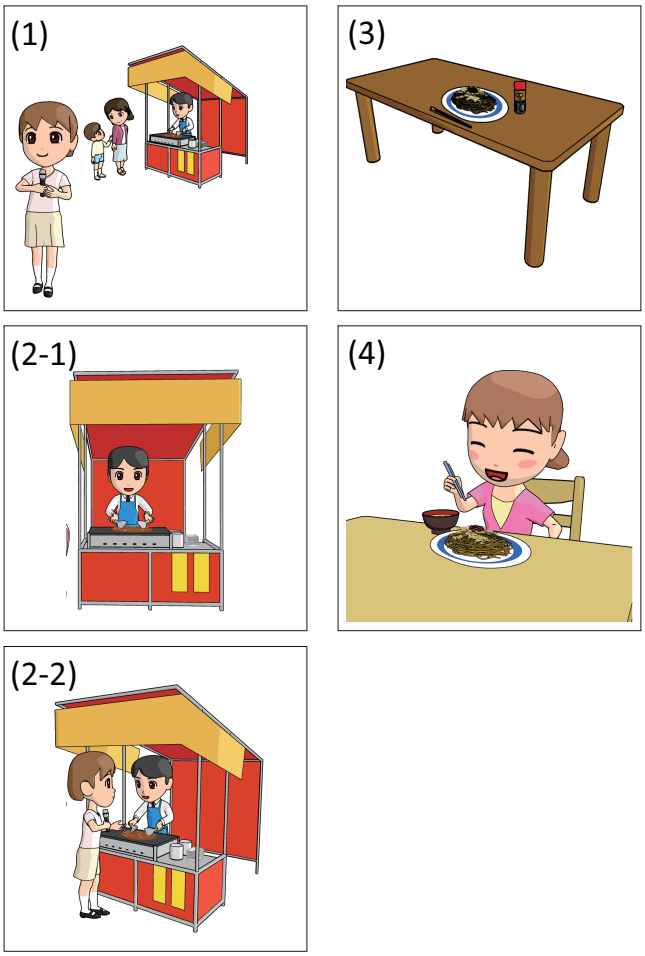

図 1　利用シナリオ

図 2　Fast Forward セッションにて複数人のスタッフでライブレポートしている様子

するための BGM・効果音の挿入

(8) (1)-(4) を切り替えたり，同時に表示するなど画面レイアウトの切り替え

(9) 取材がスムーズに進行するようにタイムキープやカンペの提示

(10) 編集済映像コンテンツの配信

ライブレポートにおいて，レポータは時々刻々と変化する状況に柔軟に対応（状況依存性）し，複数業務を同時に遂行しなければならない（マルチタスク性）ため，図 2 に示すように，一般的に複数人のスタッフがチームを組んで取材する．本研究では，情報機械技術を活用することで，1 人であっても複数人で取材している場合と同等の品質のコンテンツを制作できることを目指している．提案システムを活用できる場面は，展示会・見本市以外にも，結婚式・合コンなどの各種パーティ，代理旅行，授業参観，ビジネスミーティング，運動会などが考えられる．また，提案システムを利用するユーザは，高校や大学の映画部で映像を撮影しているセミプロフェッショナルなカメラマン，プロフェッショナルなカメラマンだけではなく，ホームビデオの撮影などアマチュアカメラマンを想定している．

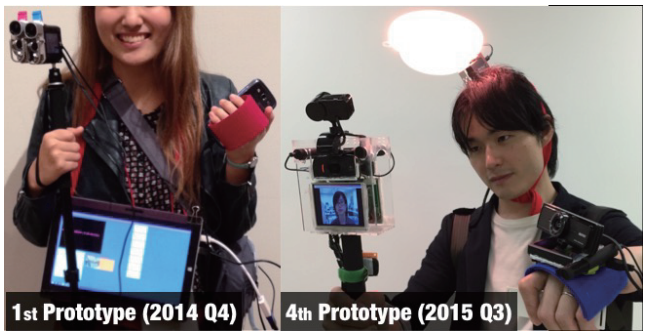

図 3　初期プロトタイプと 4 番目のプロトタイプ

3.1　実運用

筆者らはこれまで 4 年以上にわたって，学会のデモ発表における Fast Forward セッションを対象に，ライブレポートを実施してきた．HCI 系の学会においても一般的になっている Fast Forward セッションは，数多くの発表があるデモ・ポスター発表を俯瞰する目的で行われる．その多くは，発表者が 1 分程度の間登壇し，発表の概要を説明するものである．ここでの問題点は多くの場合，プロトタイプなどのデモ素材を登壇発表において説明できない点である．我々は，この Fast Forward セッションをより良いものにするべく，デモ発表のブースと登壇発表の会場をビデオ中継する試みを行っている．ここでは，レポータがデモ発表のブースに出向き，発表者の説明とデモ，場合によっては体感レポートを行うことで，より効果的にデモ・ポスタ発表を紹介する．このビデオ中継の試行は当初図 2 のようにクルーによるものであった．この試行は学会の参加者から好評を得たものの，レポータ，カメラマン，ディレクター，照明，音声といった多くのスタッフから構成されていたため，学会を運営するスタッフの人的資源を消費してしまう問題があった．

そのため，我々は 2014 年から一人のレポータが上記のすべてを担当するというワンマンライブレポートを支援するためのシステム開発を行ってきた．我々は CHI や Ubicomp/ISWC といった国際会議と国内会議において，お

© 2016 Information Processing Society of Japan

よそ 3 ヶ月に一回のペースで 2014 年 12 月から，2015 年 12 月まで 5 回の実運用を実施し，実運用から得られた問題を改善してきた．この運用は 1 回あたりおよそ 60 分程度，合計 390 分，350 件のデモ・ポスター発表を取材した．これら 5 回の実運用を通して，以下のとおりシステムを設計した．

3.2 システム要件

レポータは時々刻々と変化する撮影現場において状況を判断する．また，ときには想定外のアクシデントにも対応しなければならない．これらを考慮して，システムが提供するさまざまな機能を，利用するかどうか即座に判断し，的確なタイミングで，適切に操作する必要がある．一方，レポータのリソースは限られているためマルチタスクを円滑に実施するためには以下の設計方針が重要である．

- レポータはコンテンツの品質に直接的に影響する要素に注力できること
- レポータは例外的・状況依存的な場面においてリソースをできるだけ消費せずに処理できること
- 予定調和な出来事に関してはシステムが補完すること

このために，本研究では，次の 5 つに着目してシステムを設計する．

撮影器具のパラメータの自動設定

例えば，照明を照射する向きは，撮影しているメインカメラがどの被写体を撮影しているかで決まる．照明の光量は周囲の明るさから，マイクの感度は話者の声量から決まる．このように，撮影器具や撮影の特徴をルール化することで，撮影器具のパラメータを自動的に設定できる．これにより，レポータの操作負荷を軽減できる．

番組テンプレートの利用

番組には，イントロ・視聴者に伝えたい具体的な内容・エンディングといったように構造があり，各構成要素において最適な画面レイアウト・BGM・使用するカメラなどが決まっている場合がある．また，番組名や出演者名など番組全般においてテロップとして挿入する情報もある．これらをテンプレートとして用意しておき，事前にシステムに情報を入力しておくことで，イントロやエンディングに遷移したときに最適な画面レイアウト・テロップ・BGM をワンボタンで呼び出せる．このように各種機能をパッケージ化しまとめて制御できれば，レポータの操作負荷の軽減につながる．また，レポータ自身でタイミングを操作できるようにしておけば，例外的な状況にも柔軟に対応できる．

レポータの気づき支援

経過時間やマイクの声量レベル，撮影中の映像などの撮影状況や，レポータが次にすべき行動を直観的に提示することで，レポータの思考・判断・行動を補助できる．

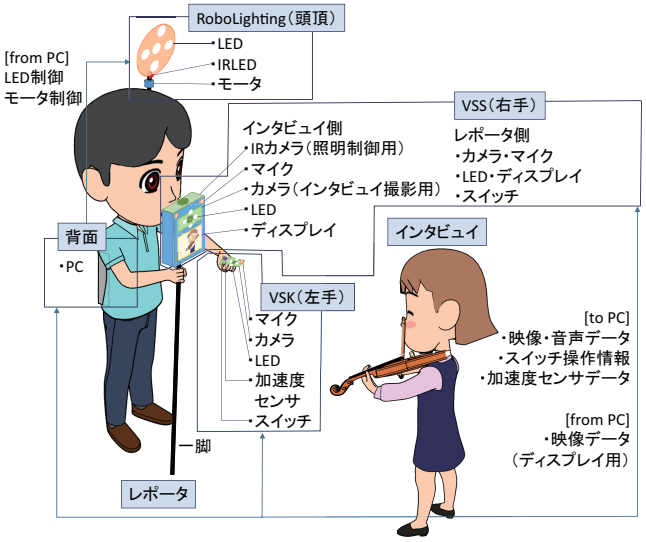

図 4 システム構成

周囲の協力

レポートを円滑に進めるためには周囲（インタビュイ・現場にいる一般人）の協力も重要である．例えば，ライブレポートにおいてカメラワークはコンテンツの品質に大きく影響する．また，さまざまな要素が複雑に絡み合っているため，どの被写体をどのようなアングルおよびズーミングで撮影するかは，システムが自動的に決めることは難しい．レポータがカメラワークをイメージしカメラを操作するだけでなく，インタビュイに撮影中の映像を確認してもらい，インタビュイ自身が適切な行動を考え・判断できるような自由度を提供することで，レポータの負荷を軽減できる．特に，見本市や展示会では，レポータよりもインタビュイの方が展示物について深く理解しており，視聴者に届けたい映像の具体的なイメージをもっている場合がある．既存の撮影現場ではプロフェッショナルなカメラマンがインタビュイの動きを想像しながらカメラを制御するが，提案システムを利用するレポータはカメラワークについて特別な知識があるとは言いがたい．したがって，カメラワークの主導権をインタビュイに柔軟に任せられるようにすることも，高品質な映像を撮影する 1 つの方法といえる．

また，現場には撮影に関係ない人々がいる場合が多い．このとき，ライブレポート中であることを周囲に明示的に知らせることで，撮影を邪魔しないなどの配慮を期待できる．

代替コンテンツへの差替

ライブレポート中に想定外のアクシデントが生じるときがある．この解決方法として，制作済のジングル動画や PV の再生，その場で静止画を撮影して場をつなぐなどが考えられる．一時的に代替コンテンツに差し替えることで，トラブルを未然に防ぎ，視聴者に違和感なくライブレポートを続けられる．

© 2016 Information Processing Society of Japan

表 1　各スイッチに割り当てられた機能

	機能
VSS	PinP モードへの切り替え
	テロップ送り
	テロップ戻し
VSK	H and H モードへの切り替え
	全画面モードへの切り替え
	手元ライトの On/Off
	頭上ライトの On/Off

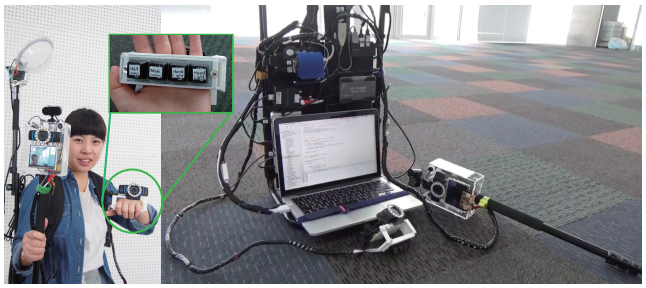

図 5　プロトタイプシステム

3.3　システム構成

提案システムのシステム構成を図 4 に示す．提案システムは，カメラやマイクで生成される映像音声情報を入力とする．また，カメラ映像のブレを軽減するための加速度センサ情報や，システムが提供する各種機能を選択するためのボタンの操作情報も入力とする．さらに，出力デバイスとしては，インタビュイやレポータに撮影状況を視覚的にフィードバックするためのディスプレイ，照明効果および警告インジケータ用 LED，照明の向き制御するためのモータがある．システムは主に次の 3 つの部位から構成される．

- Video-Shooting Stick(VSS)：右手で把持される一脚が搭載された撮影モジュール
- Video-Shooting Knuckle(VSK)：左手で把持される撮影グローブ
- RoBot Lighting (RBL)：頭頂部付近にあるロボット照明

以下，それぞれについて説明する．

Video-Shooting Stick (VSS)

VSS の筐体は直方体であり，撮影用カメラ・音声取得用マイク・撮影状況確認用ディスプレイ・照明が，筐体の両面に搭載されている．また，レポータ側の面には，表 1 に示すようにカメラワークやテロップなどを切り替えるための操作ボタンが搭載されている．さらに，VSS 筐体の上面には，後述する RBL の向きを制御するための照明用赤外線カメラが搭載されている．加えて，VSS の底面には安定生を確保するための一脚が取り付けられている．

初期プロトタイプの撮影用カメラは，インタビュイを撮影するために 1 台だけ搭載していた．しかし移動しながらレポートする際には一時的にレポータの顔を映すことが必要になる．このため，レポータを撮影するためのカメラの必要性を発見し，撮影用カメラはインタビュイおよびレポータをそれぞれ撮影するために 2 台搭載することにする．

撮影用カメラのパン・チルト・ズームは手動で行い，具体的には，被写体に対して VSS を物理的に近づけたり遠ざけたり，VSS そのものの向きを変更したりすることで実現する．可動式の PTZ（パン・チルト・ズーム）カメラを利用し手元のコントローラでパン・チルト・ズームを操作する方法も考えられるが，左右の手は VSS や VSK を把持する必要があり，指によるスイッチ類の複雑な操作は困難であるため，制約の弱い手首・腕・肩を積極的に利用することにした．これは，VSK においても同様である．また，VSS には一脚が取り付けられているため，VSK と比較して高い安定性をもつが，被写体の近くにカメラを寄せて「寄りの映像」を撮影することは難しい．したがって，VSS はインタビュイの全身やバストショットといったように「引きの映像」や，安定性が求められるポスタの撮影などに向いている．音声取得用マイクは被写体やレポータの音声を取得するために使われる．また，照明は，RBL の補助的な役割として利用される．RBL は撮影現場全体を照らすために利用される．RBL の光を VSS の筐体が遮ってしまう場合に VSS の照明を利用したり，レポータ自身の顔には RBL の光があたらないため，暗い現場でレポータを撮影する場合に利用する．これに関しては，過去の実運用で得られた問題点として確認している．

操作ボタンは一脚の付け根に設置されている．ここに配置することで，レポータは一脚を握りながら親指でボタンを操作できると同時に，ボタン操作時に VSS 全体が揺れてしまいカメラ映像がぶれることも防げる．なお，撮影状況確認用ディスプレイおよび照明用赤外線カメラの詳細は後述する．

Video-Shooting Knuckle (VSK)

VSK は図 5 に示すようにメリケンサック型のインタフェースである．このような UI デザインにすることで，VSK そのものを把持できると同時に，指の自由度が高くなり，ボタンを操作しやすくなる．VSK には，被写体撮影用カメラ・加速度センサ・マイク・照明・操作ボタンが搭載されている．VSK の把持状態は 2 通り（水平あるいは垂直）存在する．VSK を把持時，手首の関節を支点として左右上下にカメラをパンあるいはチルトできる．体勢によって，最適な VSK の把持状態は異なるため，レポータは状況によって選択的に使い分ける．

初期プロトタイプでは，VSS の撮影用カメラを操作しながら，VSK の撮影用カメラを操作するときに映像が傾いてしまうことが散見された．これを解決するために，加速度センサデータにより VSK に搭載されているカメラが水平かどうか認識することで，自動的に水平補正を行う機能を提案する．この水平補正機能により，レポータがカメラ制御や，ディスプレイに提示された情報の閲覧に集中していたとしても，適当に被写体に VSK を近づけるだけで水

© 2016 Information Processing Society of Japan

平が保たれた映像を撮れる．上述したように，VSK の状態（水平あるいは垂直）を自動的に認識し，状態に応じて，映像そのものを回転させる．

また．VSK にも VSS と同様の目的で，照明およびボタンが搭載されている．VSK は握ることを想定しており，ブラインドで操作できるよう VSS と比較してボタンのサイズは大きい．各スイッチは指を少し伸ばして，指の関節を曲げるだけで押せるように工夫されている．

Robot Lighting (RBL)

RBL には，リング型の LED 照明，サーボモータ，赤外線 LED が搭載されている．RBL の主要な用途は，暗い環境において照明を点灯して撮影現場を明るくすることである．しかし，レポータを中心として全方向への明かりの照射は，消費電力や可搬性などの観点から効率的でない．上述したように，VSS や VSK において「寄りの映像」を撮影する場合は，VSS や VSK に搭載された LED でカバーできるため，VSS で「引きの映像」を撮影している被写体に RBL の照明を照射する．

RBL に搭載した LED 照明の向きと，VSS のインタビュイ用カメラの向きをそろえるために，VSS の照明用赤外線カメラが RBL に搭載された赤外線 LED を常時追跡する．リング型 LED の向きと赤外線 LED の向きは同じになるように設置されている．したがって，赤外線カメラ映像から検出された赤外線 LED の位置が，映像内において中心にくるように LED 照明の向きを制御する．

Fast Forward セッションでは 1 人あたりの持ち時間が厳密に決まっているという特性上，過去のプロトタイプでは，タイムキープ機能を搭載していた．持ち時間を過ぎた場合には，ディスプレイに「タイムアップ」を意味するアノテーションが表示されるがインタビュイは必ずしもディスプレイを見ているとは限らず気づかれないことが多々あった．効果音でインタビュイに気づかせることもできるがマイクが効果音を拾ってしまい聴衆に不要な情報を与えてしまう．これを解決するために，RBL の用途として，アラート機能を提案する． この機能は暗い場所では使えないが，LED 照明を点滅させることで，ライブレポート中にレポータやインタビュイなど現場にいる人々に，タイムアップなどのアラートを提示できる．RBL の副次的な効果として，これは頭頂部にあり目立つため，来場者がライブレポート中であることに気づきやすく，取材そのものを来場者に妨げられにくくなる．

3.4 提示コンテンツ

VSS の両面に搭載されたディスプレイに提示されているコンテンツについて図 6 および図 7 をもとに説明 する．なお，図中の番号は，以下の箇条書き番号に対応している．

レポータ用画面

レポータ用画面には，各カメラのプレビュ映像，最終的に視聴者が見るアウトプット映像，マイクレベル，メッセージが提示される．

図 6　レポータ用画面

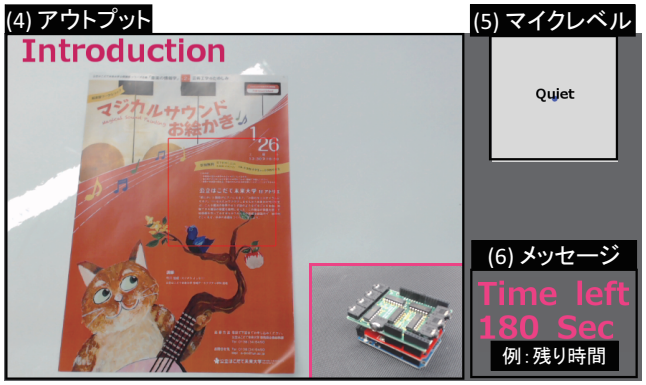

図 7　インタビュイ用画面

プレビュ映像とアウトプット映像 レポータは 3 つの撮影用カメラをもっており，これらを選択的に利用しながら被写体を撮影していく．また，3 つの撮影用カメラの中からどれか 1 つをアウトプット映像に割り当てる以外に，アウトプット映像にメイン映像とは別にサブ映像を重畳する PinP (Picture in Picture) や，アウトプット映像の左半分および右半分それぞれに異なる映像が配置される H&H (Half and Half) といったように，複数カメラの映像を同時に利用する．特にライブレポートでは，撮り直しや，撮影の中断はできないため，次のシーンを想定しながらカメラワークを考える．このため，レポータが各カメラのリアルタイムなプレビュ映像を確認することは，円滑なライブレポートにおいて欠かせない．さらに，最終的に視聴者に配信するアウトプット映像の確認も重要である．したがって，アウトプット映像は大きいウィンドウで，複数あるプレビュ映像は小さいウィンドウでそれぞれ提示する．初期プロトタイプでは，アウトプット映像は，胸部に装着したタブレットに大きく表示していた．しかし，レポータは 2 台のカメラの画面をみて撮影することに集中する必要があり，ライブレポート中にレポータが自身の身体を覗きこむことは困難であった．この解決のために，個々のカメラおよび最終の

© 2016 Information Processing Society of Japan

アウトプット映像を一つの画面に集約する．

マイクレベル マイクレベルの表示は，マイクの音声レベルが適切かどうかを確認するために用いる．この際，現状のマイクレベルを提示すると同時に，マイク入力結果をもとにした行動（もっと小さく，調度よい，もっと大きく）を提示する．これらは，直観的な現状理解および行動変容をレポータに提供する．

メッセージ ライブレポート中のレポータは，適切な映像が撮影あるいは配信されているかプレビュ映像やアウトプット映像に集中しなければならない．また，テロップの挿入や，時間管理の意識も，散発的に生じる．さらに，レポータとして適切なコメントを述べ，インタビュイを紹介するためにインタビュイの氏名や所属など忘れてはいけないキーワードも多数ある．各イベントや状況に応じて，重要度の異なる 2 種類のメッセージ（緊急メッセージと平常メッセージ）を提案する．緊急メッセージは，テロップの更新・カメラ切替・重要台詞など，即時性の高い行動や言葉の備忘通知として，画面全体にメッセージを表示する．例えばテロップの更新を催促するメッセージにおいて，レポータが適切に処理することで，緊急メッセージは消える．この緊急メッセージは一時的に表示されるため，プレビュやアウトプット映像の一部が，この緊急メッセージで隠されても問題ない．一方，平常メッセージは，経過時間・次のテロップの内容など，即必要でないメッセージを，常時，メッセージウィンドウに提示されている．初期プロトタイプでは，平常メッセージだけであった．このため，例えば，テロップ切替のメッセージが提示された場合，レポータはその事実に気づくものの，他の業務で上書きされてしまいテロップの切替えを忘れてしまうことが多々あった．このように緊急メッセージとして画面中央に点滅させることで，強い備忘録効果がある．

インタビュイ用画面

インタビュイ用画面は，レポータ用画面よりも提示される情報は少なく，アウトプット映像・マイクレベル・メッセージなどインタビュに必要な情報が提示される．

アウトプット映像 初期プロトタイプでは，インタビュイ用のディスプレイは搭載していなかったが，2 回目以降にインタビュイ用ディスプレイを搭載し，ファイナル映像をインタビュイに提示したところ最適なアングルやサイズで撮影されるようインタビュイ自身で調整してくれる効果があることを発見した．特に，インタビュイが開発したスマートフォン上で動くアプリケーションや，掌サイズの小型ガジェットをインタビュイ自身が説明する場合において，インタビュイがスクリーンを見ながら適切に撮影されているか確認でき，好評であった．

マイクレベル レポータ用画面と同様，マイクレベルおよび対応をインタビュイに提示することで，インタビュイ自身が適切な音声で発話しているのか確認できると同時に，行動を改善できる．

メッセージ これはレポータと同様であるが，緊急かつ重要なメッセージ（例えば，タイムアップなど）は画面全体に大きいフォントで点滅させ気づきやすくする．一方，それ以外のメッセージに関しては，メッセージウィンドウに常時提示する．

4. 実装

3 章で述べた Reporting Solo のプロトタイプシステムを実装した．プロトタイプシステムの外観を図 5 に示す．プロトタイプシステムのサイズおよび重量は，それぞれ，7.6cm(横) × 5.6cm(縦) × 2.5cm(高さ)，5.8kg で小型軽量である．

PC PC は Apple 社の MacBook Pro（2.6GHz Intel Core i5）を使用し，PC 上ソフトウェアの開発は，Mac OS 上で OpenFrameworks ライブラリを用いた．また，複数カメラを接続するための USB ポート増設および映像出力用 HDMI ポート増設のために CalDgit 社の Thunderbolt Dock Station（CD0052）を使用した．ライブ配信用デバイスとして CEREVO 社の LiveShell 2 を使用した．

VSS および VSK 共通部品 USB カメラは Logicool 社の C920，マイクは ELECOM 社の HS-MC03BK を使用した．LED は Adafruit 社の NeoPixel Ring - 16 を使用した．これら照明の制御モジュールとして Arduino Uno を使用した．VSS および VSK それぞれのスイッチおよび筐体は自作した．

VSS VSS のディスプレイへと映像を出力するために，テック社の HDCV-001 を使用し，HDMI 信号からコンポジット映像信号へと変換する．コンポジット映像信号を 3.5 インチの小型ディスプレイ（Adafruit 社の NTSC/PAL (Television) TFT Display）を利用して出力する．

VSK VSK の加速度センサは Freescale 社の FRDM-KL25Z を使用した．

RBL RBL のリング型 LED 照明には Adafruit 社の NeoPixel 1/4 60 Ring を使用した．LED 照明の制御は VSS および VSK の LED 照明と同様で Arduino Uno を使用した．サーボモータは Robot Digital Servo 社の RDS3115 を，制御モジュールとして Pololu 社の USC02A を使用した．リング型 LED のディフューザは自作した．背負子と RBL を物理的に接続するために一脚を改造して使用した．

© 2016 Information Processing Society of Japan

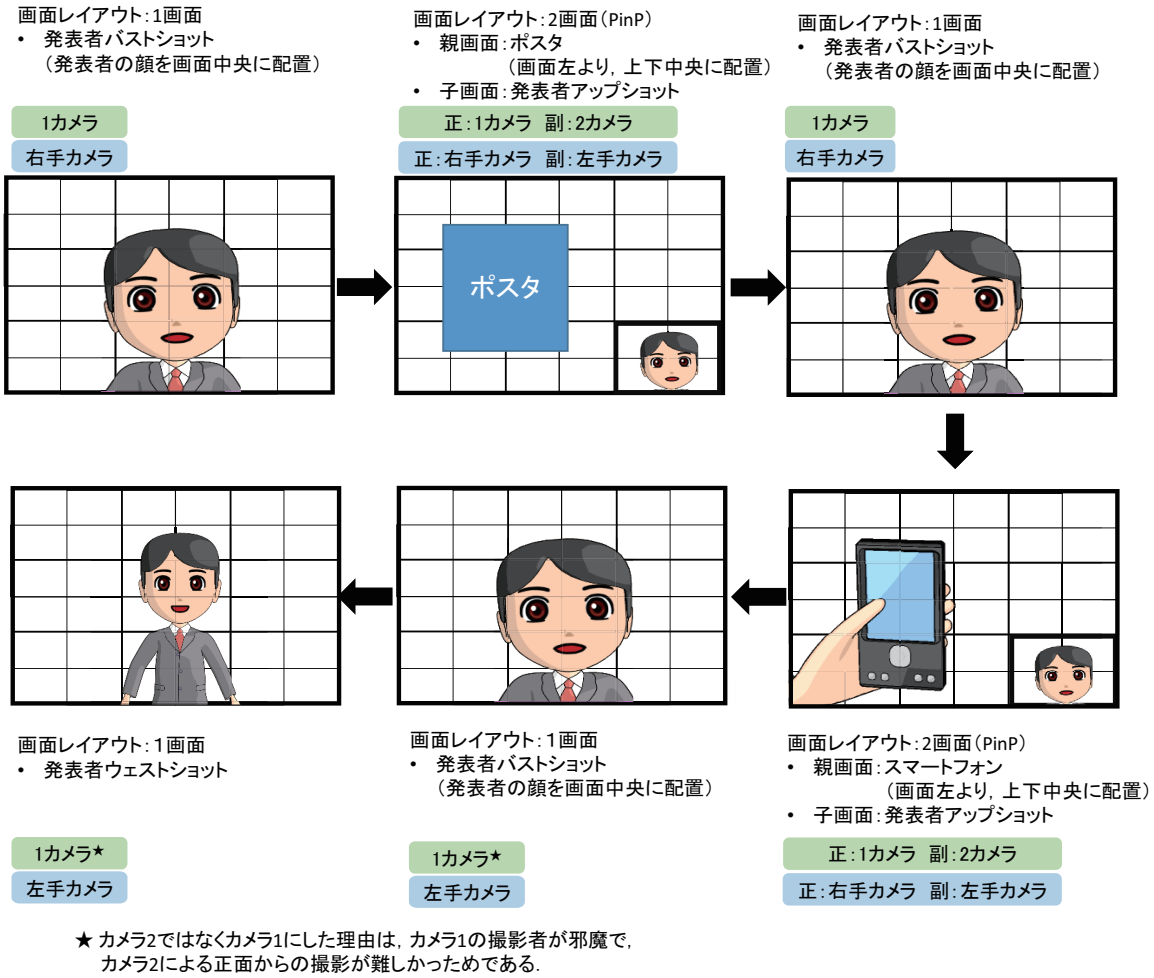

図 8　実験シナリオ

5.　評価実験

評価実験では，動画撮影初心者を対象として，実験用撮影シナリオにもとづいて撮影してもらった．コンテンツの品質（特にカメラワークおよびスイッチングの適切性）をもとにプロトタイプシステムの有用性を評価した．提案システムは，音声取得，テロップの挿入，タイムキープ，照明制御に関する支援機能を提案しているにも関わらず，カメラワークおよびスイッチングに注目した理由は，これらの 2 つが映像に直接的に影響する要素だからである．その他の要素に関しての調査は今後の課題としたい．

5.1　実験の手順

実験の手順を以下に示す．

撮影シナリオ

撮影シナリオの概要を図 8 に示す．実験用シナリオは，発表者が開発したアプリケーションをポスタおよびスマートフォンを利用して 2 分 15 秒で説明してもらうという内容である．青色の矩形が提案手法のカメラワーク，緑色の矩形が比較手法のカメラワークである．主なタスクは，カメラ切替，画面レイアウト切替，手動でのカメラ移動から構成されている．これら 3 つは，ライブレポートにおいて頻繁に利用され重要であるため選定した．

比較手法

提案手法では，1 人の被験者がプロトタイプシステムを利用しながら撮影シナリオを実施する．一方，比較手法では，3 人の被験者が撮影シナリオのタスクを分担しで実施する．具体的には，カメラマン 2 名およびスイッチャ 1 名である．カメラマンは Sony 社の HDR-MV1 をカメラとして利用し，HDR-MV1 に搭載されたディスプレイからどのような映像が撮影されているか確認する．カメラマンは 2 名であるため，2 台の HDR-MV1（カメラ 1 およびカメラ 2 と呼ぶ）を同時に利用する．カメラには三脚や一脚が搭載されていない．また，HDR-MV1 から出力される HDMI 信号を HDMI キャプチャデバイス（FEBON 168/198）を経由して PC で受信し Telestream 社の Wirecast を利用してスイッチャが画面レイアウトを変更する．

被験者

提案手法を利用した被験者は 4 名，比較手法を利用した

© 2016 Information Processing Society of Japan

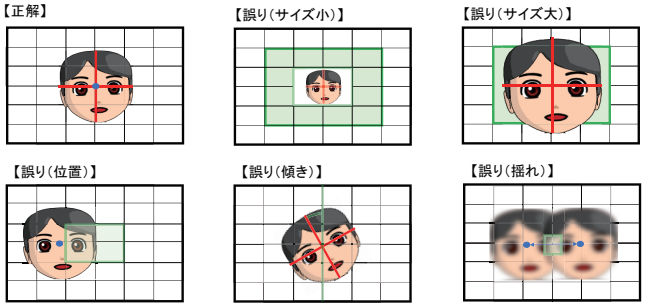

図 9　不快なシーンとみなされる 5 つの例

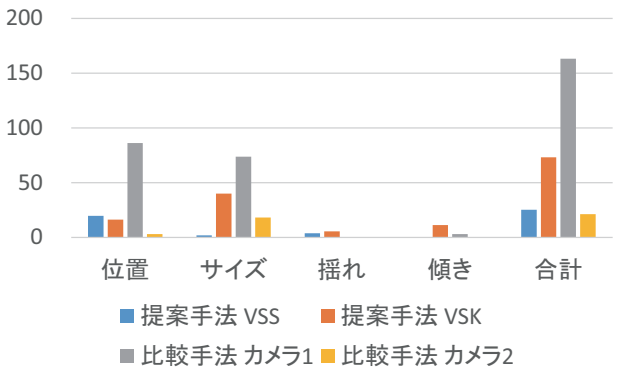

図 10　実験結果

被験者は 12 名（3 名× 4 グループ）である．また，一度実験に参加した被験者は他の比較対象の実験には参加せず，実験は全て異なる被験者により実施された．いずれの被験者も家庭用ビデオカメラやスマートフォンで動画撮影した経験はあるが，専門的な知識や技術を学んでいない．

実験方法

実験では，割り当てられた撮影手法で 20 分間練習してもらった．練習後，最初から最後まで撮影シナリオ通りに撮影してもらった．これを通し撮影と呼ぶ．練習開始前に，被験者に撮影シナリオについて図 8 に示す資料を見せながら口頭で説明し，機材の操作方法を説明した．また，被験者が操作方法を完全に理解するまで 10 分を限度として試用してもらった．実験終了後，システムの使用感について自由に記述してもらった．それをもとに半構造化インタビュを実施した．

コンテンツの品質に関する定量的な評価

通し撮影時に記録した映像コンテンツをもとに，コンテンツの品質，特に，「映像中に不快なシーンが含まれていなかったか」「スイッチングのタイミングは適切であったか」について定量的に評価する．前者の評価手法として，画面の構図を決定するときに一般的に利用されている三分割法を応用し，画面を 6 画面に分割した．図 9 に示すように，被写体に特徴軸（縦軸）および特徴点（縦軸と横軸薄の交差点）を抽出し，サイズ，位置，傾き，揺れの 4 つの指標で不快なシーンを評価した．具体的なアルゴリズムは以下のとおりである．

サイズ 特徴軸が，薄緑色の領域内に収まっている，すなわち，セル（6 画面に分割したときの 1 つの矩形）の短辺を h としたとき 2h 未満あるいは 4h より大きい場合，サイズにおける不快なシーンとする．

位置 特徴点が薄緑色の領域内に含まれない場合，位置における不快なシーンとする．

傾き 画面の垂直軸を基準として，特徴軸と垂直軸の角度が 30 度より大きい場合，傾きにおける不快なシーンとする．

揺れ セルの短辺 h を基準とし，h 以上の縦揺れあるいは横揺れが 2 回以上連続する場合，揺れにおける不快なシーンとする．

後者のスイッチングのタイミングの正確性に関しては，指示したタイミングからのズレを計測する．タイミングが遅れる場合は，映像が不安定であったり，指示した被写体を撮影できていなかったりするためである．

5.2　実験結果

通し撮影において不快なシーンが観測された割合の平均値は，提案手法で 0.56（標準偏差 0.04），比較手法で 0.84（標準偏差 0.02）であった．この値が小さいほど不快なシーンが少なく品質の高い映像が撮影できたといえる．また，Weltch の t 検定を行った結果，有意水準 10%で有意傾向 ($t(6) = 2.0$, $p = 0.08$) が観測された．したがって，提案システムは比較手法よりも品質の高い映像が撮影できたといえる．また，各手法および各指標において，不快なシーンの累積時間の平均を図 10 に示す．例えば，提案手法-VSS-位置に対応する 20sec は，提案手法を利用した被験者において，VSS における位置の誤りが検出された時間の平均を示す．VSS やカメラ 1 は位置，VSK やカメラ 2 はサイズにおいて誤りが最も観測された．揺れや傾きといった指標は，いずれのカメラにおいても誤りは観測されなかった．

また，スイッチングにおけるタイミングのずれの平均値は，提案手法で 3.3 秒（標準偏差 2.1 秒），比較手法で 3.3 秒（標準偏差 3.8 秒）であり，手法間の差は観測されなかった．

5.3　考察

提案手法の利点

比較手法において位置の誤りが観測された理由は，PinP（2 画面）時に，カメラ 1 の撮影者がポスタやスマートフォンを画面左よりに撮影できていなかったためである．4 グループ中 2 グループが特に位置に関して適切に撮影できていなかった．この理由について実験後に被験者にインタビュしたところ，2 つの異なる回答が得られた．まず撮

© 2016 Information Processing Society of Japan

影シナリオでは，1 画面で撮影するときには画面中央に，PinP では画面左よりに被写体を撮影するよう指示している．しかし，一般的に被写体を 1 つのカメラで動画撮影するときには，画面中央に被写体が配置されるようカメラを制御する．このような経験則や，直前の操作の影響により誤った位置で撮影してしまった．もう一点は，他の撮影者の存在に起因する．カメラ 2 の撮影者が邪魔で動きづらかったり，カメラ 2 の撮影者の腕とそのカメラが，カメラ 1 に撮影されてしまい，本来撮影すべき被写体をうまく撮影するためには位置をずらすしかなかったためである．比較手法においてサイズの誤りが観測された理由も後者が起因する．提案手法は，PinP された映像を確認できるため，前者の問題は生じなかった．また，1 人で撮影しているため，後者のオクルージョンの問題も発生しなかった．

提案手法の欠点

VSK のカメラにおけるサイズ誤りの全ては，被写体のサイズが大き過ぎることによる．PinP 時に被写体を指定したサイズで撮影するためには，左手と被写体にある一定の距離を置く必要がある．一方で，VSS で別の被写体を撮影しているため，腕の長さおよび肩の可動域の限界から距離を確保できず，サイズが大きくなってしまった．また，他のカメラと比較して VSK は揺れや傾きの誤りの頻度が高かった．VSK は VSS のように一脚で固定されておらず，揺れが生じやすくなる．また，通し撮影後半にインタビュイを VSK で撮影するが，ウェストショットで撮影するために，撮影者はインタビュイから歩いて離れる必要がある．歩行時に揺れや傾きが頻繁に観測された． これらの問題を解決するためには，ロールだけでなく他の 2 軸を考慮したスタビライザ機能の導入による安定性の向上，画角の広いカメラレンズあるいはズーム機能の導入による撮影範囲の拡大が考えられる．比較手法では，1 人の撮影者に 1 つのカメラが割り当てられているため，このような問題は生じなかった．

6. まとめ

本研究では，1 人でのライブレポートを支援するシステム「ポケレポ GO」を構築した．マルチタスクかつ状況依存性の高い現場で，ライブレポートを円滑に進めるための要件を明らかにし，プロトタイプシステムを実装した．評価実験より，提案手法の方が比較手法よりも品質の高い映像が撮影できることが明らかになった．また，特に提案手法においては，VSK の安定性の確保や，VSK に搭載されているカメラレンズの再検討やズーム機能の導入などの必要性が明らかになった．

今後の課題として，ブース間移動といったレポータの移動など他の撮影シナリオを考慮した評価実験の実施や，映像の品質の良さを考慮した評価実験の実施が考えられる．

謝辞

本研究は JSPS 科研費 15K00297 の助成を受けたものである．

参考文献

[1] G Stuart Smith. *Going solo: Doing videojournalism in the 21st century.* University of Missouri Press, 2011.

[2] David Hedley. Social moments in solo videojournalism. *Digital Journalism*, 1(1):1–18, 2013.

[3] Dan Messineo. Doing it alone: Do video journalists affect the quality and credibility of television news? Master's thesis, Colorado State University, 2015.

[4] Arvid Engstrom, Mattias Esbjornsson, and Oskar Juhlin. Mobile collaborative live video mixing. In *Proceedings of the 10th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services*, MobileHCI '08, pages 157–166, New York, NY, USA, 2008. ACM.

[5] Guy Schofield, Tom Bartindale, and Peter Wright. Bootlegger: Turning fans into film crew. In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '15, pages 767–776, New York, NY, USA, 2015. ACM.

[6] Hiroko Mitarai and Atsuo Yoshitaka. Shooting assistance by recognizing user's camera manipulation for intelligible video production. In *Multimedia (ISM), 2011 IEEE International Symposium on*, pages 157–164, Dec 2011.

[7] Hiroko Mitarai and Atsuo Yoshitaka. Development of video shooting assistant system for better expression of affective information. In *Knowledge, Information and Creativity Support Systems (KICSS), 2012 Seventh International Conference on*, pages 149–156, Nov 2012.

[8] Hiroko Mitarai and Atsuo Yoshitaka. Emocap. *International Journal of Multimedia Data Engineering and Management*, 3(2):58–75, 2012.

[9] Rie Matsumoto, Hideki Nakayama, Tatsuya Harada, and Yasuo Kuniyoshi. Journalist robot: robot system making news articles from real world. In *2007 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pages 1234–1241, Oct 2007.

[10] Zachary Byers, Michael Dixon, William D Smart, and Cindy M Grimm. Say cheese experiences with a robot photographer. *AI magazine*, 25(3):37, 2004.

[11] Tadakazu Kashiwabara, Hirotaka Osawa, Kazuhiko Shinozawa, and Michita Imai. Teroos: A wearable avatar to enhance joint activities. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '12, pages 2001–2004, New York, NY, USA, 2012. ACM.

[12] Keita Higuchi, Yoshio Ishiguro, and Jun Rekimoto. Flying eyes: Free-space content creation using autonomous aerial vehicles. In *CHI '11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, CHI EA '11, pages 561–570, New York, NY, USA, 2011. ACM.

© 2016 Information Processing Society of Japan