



ウェアラブル実況中継システム

竹川佳成 (公立はこだて未来大学)

松村耕平 (立命館大学)

デモティザーセッション

この記事では、私たちに取り組んでいるデモ・ポスター発表をビデオ中継するための「ウェアラブル実況中継システム」を紹介します。デモ発表やポスター発表を一覧する目的で、ティザーセッションやショットガンセッションなどと言われる発表がされることがあります。これは、デモ・ポスター発表者が登壇して1分程度で発表の概要を紹介するもので、短時間に多数の発表をかいっすんで見ることができます。聴衆は自分の見たい発表を選定することができます。発表者は自分の発表のプレゼンスを高めることができるメリットがあります。インタラクティブシステムを中心とした査読付き国内会議である WISS (Workshop on Interactive Systems and Software) においても、2011 年までデモ・ポスター発表についてショットガン形式で紹介するセッションを行っていました。WISS という会議は多分に特殊なところがあります。デモ・ポスター発表においてのそれは、発表のほとんどがインタラクティブシステム研究として開発された体験型デモンストレーションであることです。つまり、登壇して1枚程度のスライドで紹介するだけでは伝わらない、研究の本質的な部分がデモンストレーションの体験に依拠していることがあるのです。そこで、2012 年に開催された WISS2012 からは、発表者がレポーターとの対話を通してデモンストレーションを紹介するデモ・ポスター生中継という試みを始めました。これは、ビデオカメラを持ったレポーターが各発表ブースまで出向き、発表者にはそのブースで自分たちの開発したシステムを動かしながら、時にはレポーターに体験させなが



図-1 WISS2013 におけるティザーセッション

ら紹介してもらおうチャレンジングな試みです。WISS では発表のインターネット中継を 2010 年から行っていたこともあり、デモ・ポスター発表を中継するための基盤があります。このインターネット中継班と連携し、口頭発表会場内のプロジェクタとインターネット動画中継サイトに同時に中継します。録画ではなく、生中継にすることによってデモンストレーションの臨場感を伝えることができます。

しかし、ここには大きく 2 つの問題がありました。1 つは労力です。図-1 は WISS2013 のときのデモ・ポスター生中継のスタッフです。レポーターカメラマン、照明、マイク、そして中継卓までのケーブルを取り回すスタッフと、動きまわるスタッフが 6 人と本格的といえばそうですが、ずいぶん大掛かりです。持続的に取り組むためには少ないスタッフでやりくりできることが必要です。もう 1 つはモビリティです。デモ・ポスターの会場は図-1 のような陣容で中継が可能なほどの広さが確保できないことがあります。そのような中で中継を行うためには、それなりの工夫が必要です。そこで私たちは WISS2014 から、ウェアラブル実況中継システムと

いう新しい試みを始めています。デモ・ポスター中継のために必要な要素を最小限のスタッフで行うためのシステムです。この記事では、私たちのシステムの工夫とこれからの展望について解説したいと思います。

ウェアラブル実況中継システム

WISS2014 で実運用（図-2）したウェアラブル実況中継システムの概要について説明します。ウェアラブル実況中継システムは、ティザーセッションにおいてデモ・ポスター発表者（以降、発表者と呼ぶ）が自身のデモ概要を説明している様子を生中継することを目的として、必要最小限のスタッフで高品質なコンテンツの提供を目指しています。システム設計にあたっては以下の点について配慮しました。

→ 要件

撮影の柔軟性 ティザーセッションでは、発表者とレポーターの両方を同時に撮影するなど複数の被写体を撮影する必要があることや、「レポーターの周囲といった広範囲な撮影」から「ある被写体といった局所的な撮影」を要求されるなど、多種多様な撮影形態が求められます。つまり、あるときは1つのカメラで撮影し、別のときは複数カメラによる同時撮影など、使用する撮影器具やその撮影パラメータを柔軟に変更できる柔軟性が求められます。

レポーターの機動性 ティザーセッションでは、発表者が実機やデモ用に作成したポスターを使いながら自身のデモ内容について説明します。生中継中、発表者は自身のデモブース前でスタンバイしていて、レポーターは各デモブースを1つずつ訪問し取材していくことになります。このため、ブースからブースへと移動したり、部屋から部屋へ数十メートル移動したりする場合があります。聴衆は発



生中継の様子 (デモ発表会場にて)



登壇発表会場に提示された中継映像

図-2 WISS2014 の実運用の様子

表者のデモ概要を理解することを目的としているため、ブース間のムダな移動時間はなるべく減らすべきです。レポーターが素早く移動できるように、レポーターが機動性を確保することが求められます。

撮影器具の安定性 発表者が実機を利用して巧みなプレゼンテーションをしていたとしても、映像のぶれや音声聞こえづらくことは聴衆の理解度の低下や映像酔いをもたらし、視聴するモチベーションの低下を引き起こしてしまいます。したがって、撮影器具の安定性が重要になります。ただし、前項で述べた「撮影の柔軟性」と本項の「撮影器具の安定性」はトレードオフの関係にあります。すなわち、これらが両立できる機能や、落としどころを検討する必要があります。

初心者のサポート 「学会初参加で発表に慣れていない」「カメラを前にして説明することに慣れていない」など、発表者の多くは取材経験や発表経験に乏しいです。また、事前に発表者とレポーターが綿密に打合せをする十分な時間がない場合もあります。さらに、レポーター自身も日頃からさまざまな場所で取材を行っているわけではありません。したがって、どんな映像が撮影されているか、フィードバックを与えることや、時間管理、カンペの提示といった発表者やレポーターに対して取材を支援する機能についても検討する必要があります。発表者やレポーターは撮影や説明に集中しているため、撮影や説明を妨げることなく支援する機能が



図-3
撮影器具を装着した様子

求められます。

⇒ システム構成

提案システムが使用する撮影器具を装着している様子を図-3に示します。レポータは複数のカメラや、マイクなどレポートに必要な器具を体の各部位に装着することで、複数のアングルからの撮影を可能にすると同時に機動性を確保します。また、レポータはタッチパネルディスプレイを搭載したPCを装着し、ディスプレイ上に現在撮影している映像などレポートを支援する情報を提示します。ここで、タッチパネルディスプレイにタッチすることで、システムが持つ各種機能を操作できます。さらに、レポータが装着しているPCから、登壇発表会場のスクリーンやスピーカに出力するための映像および音声コンテンツを生成します。PCから出力されるHDMI (High-Definition Multimedia Interface) 信号は、ダウンスキャンコンバータを経由してコンポジット信号および音声信号に変換され、登壇発表会場にある中継卓までRCA端子(コンポジット映像信号およびステレオ音声信号)の有線ケーブルで伝送します。デモ発表会場と登壇発表会場は、別々の部屋で最長100mほどの距離があります。PCと中継卓間を無線通信できれば、ケーブルの取り回しなどが不要になるためレポータの機動性を向上することができます。今回の運用では安定した動画配信を重視して有線ケーブルを採用しました。

⇒ 機能

図-4を用いてシステムの持つ機能について説明します。

1. レポータは両手にカメラ(右手で持っているカメラをメインカメラ、左手で持っているカメラをサブカメラと呼ぶ)を持ちます。メインカメラは、常時映像を出力するメインカメラで、サブカメラはスポット的に利用するサブカメラとなります。また、メインカメラは映像だけでなくレポータおよび発表者の音声も取得します。撮影器具の安定性を確保するために、メインカメラには一脚を取り付けました。サブカメラは「発表者とデモ機材」「発表者とレポータ」など複数の被写体を撮影したいときに一時的に利用するために、撮影器具の安定性よりも撮影の柔軟性を重視、左手の手のひら部に貼り付けました。左右のカメラ映像の両方を出力する場合は、ピクチャインピクチャ(PinP)形式で出力します。サブカメラの映像を利用かどうかはレポータが左手のサブカメラを親指で隠すことで操作します。ここで、サブカメラの映像が真っ黒であればシステムはサブカメラを利用していないモードであると判断して、メインカメラの映像のみ出力します。カメラに搭載されたディスプレイには撮影中の映像が提示され、レポータはディスプレイを見ることでどのような映像を撮影しているか把握できます。また、レポータが首から下げているディスプレイには、各カメラの編集前の映像と聴衆が見ている編集済みの映像が提示されます。
2. 視聴者が発表情報を把握できるように、デモ発表のタイトルや著者情報を映像の上部に重畳して表示します。ティザーセッションでは発表者の持ち時間は決まっていますが、その持ち時間よりも早く終わってしまったたり、長引いたりすることがあります。そのため、一定時間経過後にタイトルを自動的に切り替えるというシンプルなアルゴリズムでは対応できません。ここで、レポータがメインカメラに搭載された物理ボタンやタッチパネルディスプレイ上に提示された仮想ボタンを利用し

て手動で切り替えるようにしました。また、切り替えの際に効果音を出すことで、レポーターが切り替えを判別できるようにしました。

3. ティザーセッションは、セッション開始後すぐにデモ説明に移行するのではなく、セッションの開始直後に主旨を説明するプロローグや終了直前に事務連絡などのエピローグを挿入する場合があります。これらのプロローグ、エピローグ

の雰囲気向上や、中継開始直後の盛り上げとしてBGMは効果的です。本システムでは、タッチパネルディスプレイ上のBGMのOn/OffボタンをタッチすることでBGMの切り替えを制御します。

4. 発表者が持ち時間を確認できるようにディスプレイ上に残り時間を表示します。ただ、撮影や説明に集中しているとレポーター、発表者ともに残り時間を確認する余裕がなくなってしまいます。そこで、残り時間がなくなるとアラーム音を提示して周囲に気づかせるようにしました。
5. レポーターが持っている右手用カメラのマイクで音声を取得します。これは、レポーターや発表者は撮影や、機材の操作のためにハンドマイクを持つことが難しいためです。ピンマイクという選択肢もありますが、ピンマイクを取り付け・取り外しに時間がかかるために現実的ではありません。自身の声量が適切かどうかを表すレベルメータを提示する機能もあります。これは、撮影になれていないデモ発表者はどれくらいの声量が適切なのか分からないためです。声量を円の大きさをインタラクティブに変化させることで提示します。

➡ 結果と考察

2014年11月26日から11月28日にかけて開催されたWISS2014の3回にわたるティザーセッ

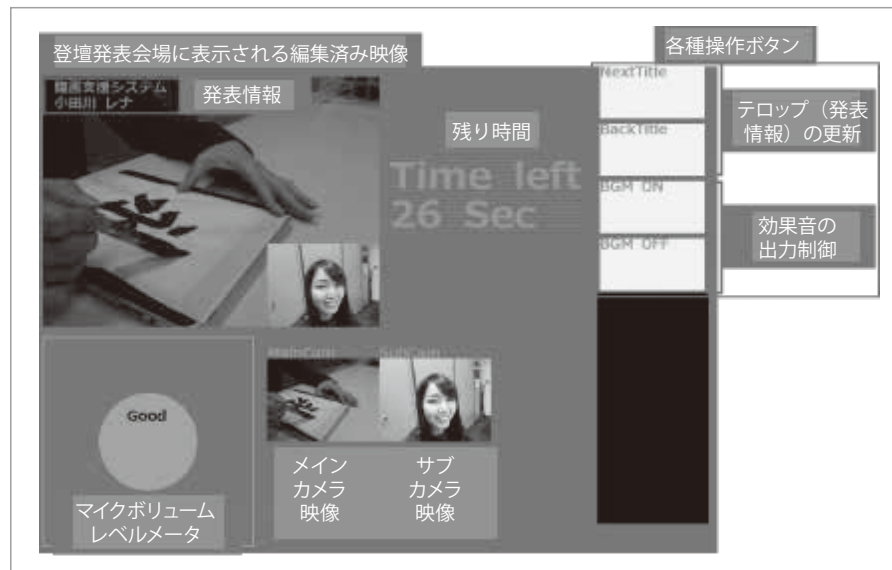


図-4 機能

ョンにおいて、提案システムを用いた実運用を行いました。1回のセッションについて、20件程度の研究が発表され、合計65件の発表をレポートすることになりました。全3回とも、システムトラブルによる中断などなく、生中継をスムーズに行うことができました。また、レポーターが持つPCと中継卓とを結んでいるケーブルの取り回しに必要とした2名のスタッフを除いて、システムを利用しているレポーター1人で生中継を行うことができました。

発表形式

発表者は、デモブースに貼られているポスターや、展示物を使って説明をしていました。また、展示物をレポーターに体験させ、レポーターの感想やリアクションを視聴者に伝えたり、提案システムの利用イメージの理解を深めるためにその場で寸劇をしたりと、工夫あるデモ発表がありました。展示物そのものを使って説明することで、従来のスライド1枚で説明するスタイルのティザーセッションと比較して、多彩な方法で表現力豊かに研究の魅力を参加者に伝えることができます。

配信との連携

このティザーセッションは、Ustream やニコニコ動画といった動画配信サービスを利用してインターネット越しの視聴者も閲覧することができます。インターネット越しに視聴している視聴者からは

「WISS2014 でどのようなデモ・ポスターが発表されるのかよく分かった」といったコメントがありました。また、教員からは自分が指導する学生にサーベイの一環としてこのティザーセッションを見させているという声もありました。また、デモ・ポスター発表を論文以外の手段で記録するという意味でも意義があると考えられます。

マルチアングルの効果

ティザーセッションでのデモ紹介では、多くの発表者が、冒頭に自己紹介したあとにポスターや展示物を使ってデモ内容を説明していました。レポーターは、自己紹介中はメインカメラでデモ発表者を撮影しました。一方、ポスターや展示物を使ってデモ内容を説明している間はメインカメラでポスターや実機を撮影しながらサブカメラで説明しているデモ発表者自身を撮影することで、説明している発表者の顔や表情を視聴者に見てもらえるよう配慮しました。このようにしたのは2つの理由があります。1つめは参加者にできるだけ発表者の顔を覚えてもらいたいと考えたためです。参加者はティザーセッション終了後、実際にブースを訪問することになります。しかし、時間の制約から説明を聞きたいと思っていたすべてのブースを回りきれわけではありません。このとき、発表者の顔を少しでも覚えていれば休憩中や学会終了後にデモ発表者と議論することができます。2つめの理由は理解の促進です。話者の顔を見ることにより会話の理解が促進される¹⁾ことが報告されています。参加者からは、PinPで発表者の顔と展示を同時に見せることは好評を得ましたが、上述した効果の有無については今後分析する余地があります。

デモティザーセッションの多様化

ティザーセッションの生中継およびシステムの可能性を模索するため、レポートのみに専念するレポーターに参加してもらいました。3回のセッションのうち、1回目は提案システムを装着したレポーターと女性レポーターの2名、2回目と3回目は提案システムを装着したレポーターと、女性レポーター1名および男性レポーター1名の合計3名で行いました。WISSに

長年参加しており、インタラクティブシステムの分野に造詣の深い研究者をレポーターとして採用することで、たとえば発表者自身がうまく説明できない個所を補ったり、特に印象に残ったデモについての感想を移動中に聞いたり、より充実した放送とすることができました。また、初めて学会に参加した方をレポーターとすることで、より低い目線からデモについて素朴な疑問を発表者にぶつけてもらいました。

改良点

実運用を通してさまざまな改良点や問題を発見できました。

本ウェアラブル実況支援システムでは、カメラマン、マイクアシスタント、タイムキーパー、ディレクターなどさまざまな役を1人のレポーターで行う必要があります。発表者の発表内容や表情はレポーターの反応や表情に影響されます。たとえば、レポーターが発表者に笑顔で対応すれば発表者の気分が高まり、緊張が緩和することがあります。一方で撮影にも集中しなければならないため、できるだけ腕や手を取材中は固定する必要があると同時に被写体を適切に捉えているかカメラに搭載されたディスプレイを見て確認する必要があります。また、動的に変化する発表者の説明にあわせて最適な画角やアングルも考える必要があります。現行のシステムでは、レポーターに高い認知的・身体的負荷を強いることになります。今後は、レポーターが被写体を適切に捉えることができるように画像処理技術やロボティクス技術を活用すること、レポーターが被写体にカメラを向けるだけで最適な画角やアングルを設定する技術などを提案することでレポーターの負荷を軽減していくことを考えています。

また、些末な改善点として、タイトルの更新忘れや被写体の一部がカメラの画角から外れてしまうこと、あるいはカメラの揺れによる画面揺れの問題がありました。さらに、メインカメラでポスターを撮影しているときにメインカメラのマイクが音源（発表者）の方に向いていないため声が聞き取りにくいという問題があり、対応する必要があります。また、変化する会場の照明条件に対応するために、システ

ムに照明を取り入れることも課題の1つです。

今後の展望

Ustream・YouTube Live 等のリアルタイムなビデオストリーミングサービスの普及に伴って、だれもがいつでもどこでも放送できる環境が整っています。これらのサービスには日々、世界中で大量のコンテンツが投稿されていますが、YouTube 等のインターネット動画ポータル集客に何よりも重要なのは高品質なコンテンツといえます。一方、従来型のレポート器具（カメラ、マイク、照明など）は扱いが煩雑でポータビリティに欠け、操作にスキルを必要とする、あるいは、各レポート器具にそれぞれ操作者を必要とするなどの難しい面があります。また、電子情報通信技術やロボティクス技術の進展に伴い、AR-drone、MikroKopter、UAV²⁾ といった飛翔型カメラ、GoPro、ActionCam などの一人称視点の映像撮影器具、MEMOTO といったライフログカメラ、Flying Eyes³⁾ の第三者視点映像、テレコミュニケーションを目的とした装着型ロボット・アバタ TEROOS⁴⁾ や ANYBOTS⁵⁾ のような移動型ロボット・アバタなど、これまで撮影できなかったアングルでの撮影や、装着性・機動性の高いカメラ、遠隔でのコミュニケーションを支援するカメラが登場してきました。しかし、適切な解説を伴った高品質な「インタビュー」「ドキュメンタリ」型のコンテンツの作成には、画面構成・音声・照明・テロップなど映像以外の要素も検討する必要があります。特に、高品質な実況中継コンテンツには、時々刻々と変化する現場の状況にあわせて使用するカメラやマイクを動的に切り替えたり、テロップを生成するなど、動的制御技術や、自動生成技術が必要とし、これらを既存技術で十分実現できているとはいえません。したがって、1人で素人であっても高品質な映像コンテンツ（特に、物語性を持つインタビ

ューやドキュメンタリ）の撮影・編集・配信を目指す実況中継支援システムの潜在需要は高いと考えられます。

提案するウェアラブル実況中継システムは、まだ立ち上がったばかりのプロジェクトでティザーセッションに特化したシンプルな機能しか実現できていません。課題は、ハードウェアおよびソフトウェアの両面に残っています。私たちは、さまざまな現場での運用と改善の発見のサイクルを経ることで、汎用性の高い中継システムを作り上げていきたいと考えています。

参考文献

- 1) Schroeder CE et al. : Neuronal Oscillations and Visual Amplification of Speech, Trends Cogn Sci, Vol.12, No.3, pp.106-113 (2008).
- 2) Quigley, M., Goodrich, M. A., Griffiths, S., Eldredge, A. and Beard, R. W. : Target Acquisition, Localization, and Surveillance Using a Fixed-Wing Mini-UAV and Gimbaled Camera, Proc. of Int'l. Conf. on Robotics and Automation (ICRA2005), pp.2600-2605.
- 3) Higuchi, K., Ishiguro, Y. and Rekimoto, J. : Flying Eyes : Free-Space Content Creation Using Autonomous Aerial Vehicles, In Proc. of the Int'l Conf. on Human Factors in Computing Systems (CHI2011), pp.561-570.
- 4) Kashiwabara, T., Osawa, H., Shinozawa, K. and Imai, M. : TEROOS : A Wearable Avatar to Enhance Joint Activities, Proc. of the Int'l Conf. on Human Factors in Computing Systems (CHI2012), pp.2001-2004.
- 5) ANYBOTS : <https://www.anybots.com/>

(2015年2月23日受付)

竹川佳成（正会員） yoshi@fun.ac.jp

2007年大阪大学大学院情報科学研究科博士課程修了。同年より神戸大学自然科学系先端融合研究環境重点研究部助教。2012年より公立はこだて未来大学システム情報科学部助教。2014年より公立はこだて未来大学システム情報科学部准教授。現在に至る。2011年にはMIT Media LabにてAssistant Visiting Professorを兼務。博士（情報科学）。

松村耕平（正会員） matsumur@acm.org

2010年北陸先端科学技術大学院大学博士後期課程修了。同、研究員。公立はこだて未来大学特任研究員を経て、2014年より立命館大学情報理工学部助教。博士（知識科学）。ヒューマンコンピュータインタラクション、身体性認知科学に関する研究に従事。計測自動制御学会、ACM等各会員。