Vol.2020-CE-157 No.9
2020/11/7

リアルタイムオンライン授業中に今までの内容を静止画とテキストで確認できるツールの提案と試作

坂東宏和[†1]　山下真幸[†1]　上西秀和[†1]　坂田信裕[†1]

概要：本稿では，Web 会議システム等を利用した，リアルタイムかつオンライン形式の授業中に，教師による説明や指示等を聞き逃した学生が，少し前の時間に遡って説明等を再確認できる環境の実現を目的とした，ツールの提案と試作について報告する．具体的に本ツールは，Web 会議システムの画面のスクリーンショットと，音声認識によりテキスト化した教師の発話をリアルタイムに記録・蓄積する．学生が授業中の必要な時にそれらを参照することで，授業中聞き逃した部分等を，静止画とテキストで容易に確認できることが期待できる．さらに，本ツールの今後の発展として，閲覧履歴から学生の理解度が不十分であると思われる場面を推定し，その場面をリアルタイムに教師に指摘，および，確認できる機能も提案する．

キーワード：オンライン授業，リアルタイムオンライン，授業支援，授業記録

Preliminary implementation and evaluation of the tool that enables to review an ongoing online class with still images and texts during real-time online course

HIROKAZU BANDOH[†1]　MASAKI YAMASHITA[†1]
HIDEKAZU KAMINISHI[†1]　NOBUHIRO SAKATA[†1]

Abstract: We report on a preliminary implementation of the tool that enables students to look back the contents of a real-time online class when they missed hearing teacher's speech. During a real-time online class, this tool actually executes screen capture of web conference system and generating subtitles via a speech recognition system. By watching the stored still images with subtitles, students can easily review the contents they missed in a class at any time they like. Furthermore, we propose an additional function to extract insufficiently understood parts of the class based on students' browsing histories, and to notify the part to a teacher in real-time.

Keywords: Online Class, Real-time Online, Class Support, Recording of a Class

1. はじめに

2020 年度は，新型コロナウイルスの感染拡大を防止するため，多くの教育機関において対面授業の実施が見送られた[1]．獨協医科大学においても，4 月に一部のオリエンテーションと授業を対面で実施した後，医学部は 6 月中旬まで，看護学部と看護専門学校は前期終了まで（予定），対面での授業が見送られ，オンラインで授業が行われた．本学では，学部・学校ごとにオンライン授業の方式が決定され，医学部と看護専門学校は Microsoft Stream を用いたオンデマンド形式，看護学部は Zoom を用いたリアルタイムオンライン形式（一部の科目は，Microsoft Stream を利用したオンデマンド形式のみ，または，オンデマンド形式を併用）で行われた[2]．

オンライン授業を実施する際に問題となった点の一つに，学生のインターネット環境がある．2020 年 7 月に本学看護学部 1 年生を対象に実施したアンケートでは，授業を受講する際のインターネット環境について，約 17%の学生が「遅延等があり時々受講に支障がある」と回答している．携帯電話各社による利用可能データ量の増加等の支援が行われたが，全ての学生が，オンライン授業を受講するために必要十分なインターネット環境を用意できていたとは言い難い状況であった．

特に問題となるのは，Zoom や Teams などの Web 会議システムを利用した，リアルタイムオンライン形式で授業を実施している際の遅延である．オンデマンド形式の場合には，遅延が発生し音声等が聞き取れなかった場合でも，少し前の時間から，容易に再生しなおすことができる．一方，リアルタイムオンライン形式の場合には，少し前の時間に遡って再度確認することは難しく，説明等を聞き逃したまま，続きの授業を受講しなければならない．また，ネットワークの遅延等が無くても，何らかの事情により，説明等を聞き逃してしまう場合も考えられる．このような場合，対面環境であれば周りの学生に聞くなどの方法で容易に対処できるが，オンライン環境の場合，気後れしてチャット等で聞くことができず，結果的に聞き逃した部分をそのま

†1 獨協医科大学
Dokkyo Medical University

ⓒ2020 Information Processing Society of Japan

まにしてしまう学生も多いと思われる．

このような問題に対応するために本学看護学部では，リアルタイムオンライン形式の授業終了後，授業を録画した動画をオンデマンド形式で一定期間配信し，聞き逃した部分等を再度確認できるようにしている．しかし，この方法では，授業中リアルタイムに確認することはできず，一部分を聞き逃したまま続きの授業を受講することになるため，学生の理解度に悪影響を及ぼすことが考えられる．また，授業後に改めて時間を割いて確認するため，学生の負担になることも考えられる．

そこで本稿では，リアルタイムオンライン形式の授業において，授業中，少し前の時間に遡って説明等を再度確認できる環境の実現を目的とする，ツールの提案と試作について述べる．具体的には，Web 会議システムの画面のスクリーンショットと，音声認識によりテキスト化した教師の発話をリアルタイムに記録・蓄積し，学生が授業中，任意の端末から閲覧用の Web ページを開くことで，それらの記録を，現時点から授業開始時まで遡って閲覧できる機能を実現する．これにより，今までの授業内容を，授業中の必要な時に静止画とテキストで確認でき，聞き逃した部分等の授業内容を容易に把握できることが期待できる．さらに，静止画とテキストで閲覧できることにより，動画を閲覧する場合よりもデータ量を削減できる可能性があるため，インターネットの通信状態が悪い状況であっても，授業内容を把握できる可能性がある．

また，本ツールの発展として，学生の閲覧履歴の活用も検討する．具体的には，教師の支援を目的とし，多くの学生が閲覧している場面を指摘・確認できる機能の実現を検討する．多くの学生が閲覧している場面は，説明が分かりにくい等の理由により，学生が十分に理解できていない可能性が高いと考えられる．このような場面を指摘することにより，教師に補足説明を促し，より分かりやすい授業の実現につながることが期待できる．さらに，閲覧履歴から推定した学生の理解度を，場面ごとに一覧で表示できる機能も検討する．これにより，授業後の授業改善にも役立てられることが期待できる．

なお，本ツールは，授業中教師の手を煩わせることがないよう，原則として自動で各機能を提供する．

2. 関連研究

我々は，従来から，対面環境で教師の PC 画面を学生に提示しながら PC の操作方法を説明する場面において，学生が必要な PC 操作を容易に把握できるよう支援する，画面遷移参照ツールの開発を進めてきた[3]．このツールでは，教師用 PC のスクリーンショットに PC 操作の内容を示す簡単な注釈を追記した画像（図 1）を蓄積する．学生が授業中に必要なタイミングで，それらを参照できる機能を提供することにより，教師の PC 操作についてこられない学生が，教師用 PC の過去のスクリーンショットを参照しながら，各自のペースで PC 操作を行うことができる．このツールを，リアルタイムオンライン形式の授業で活用することもできる．しかし，教師が実際に操作しながら PC の操作方法を説明する場面を想定し，教師の PC 操作の状況によりスクリーンショットを蓄積するタイミングを判定しているため，それ以外の場面，例えば，スライドや動画を提示しながら口頭で説明をする場面等では，適切なスクリーンショットが蓄積されない場合がある．また，教師の口頭による説明は蓄積されないため，口頭での説明を参照することはできない．そのため，多くの授業では，このツールが蓄積した情報だけでは，授業内容が把握できない問題がある．本研究は，このツールを基に，リアルタイムオンライン形式，かつ，様々な内容の授業に対応することを目指すものである．

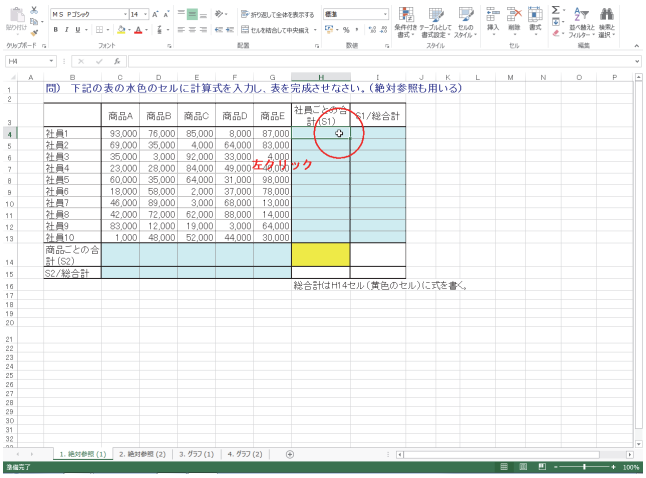


図 1 画面遷移参照ツール（左クリックが行われた場合）

同様の研究・製品としては，Microsoft Stream の字幕またはキャプションの表示機能がある．この機能では，音声認識を用い，Microsoft Stream にアップロードされた動画に，自動的にキャプションを付与することができる．しかし，動画をアップロードした時，または，その後にまとめて付与するものであるので，撮影しながらリアルタイムにキャプションを表示することはできない．

リアルタイムに表示するものとしては，布目らが行った，アクセシブルな講演を実現する自動字幕提示手法の検討[4]がある．この研究では，会議や講演，報告会等の際に，話者の発話を音声認識によりテキスト化した字幕を，Web ベースでリアルタイムに確認することができる．また，Microsoft PowerPoint のライブプレゼンテーション機能[5]を利用し，ライブキャプションまたは字幕の表示を行えば，音声認識を利用して話し手の発話をリアルタイムに文字に起こして表示したり，必要であれば他の言語に翻訳して字幕として表示したりすることができる．さらに，教師の示す QR コードをスキャンするだけで，学生自身の端末上で

ⓒ2020 Information Processing Society of Japan

スライド，ライブキャプション，字幕を参照できる機能も提供されている．しかしこれらの研究・機能は，テキストのみの表示，または，スライドを利用した授業を前提としている．そのため，例えば実験等をカメラで撮影しながらリアルタイムに説明を行うような授業場面等，授業場面によっては，学生がその場面の授業内容を遡って確認することが難しい，または，できない場合がある．

本研究は，Web 会議システムの画面のスクリーンショットと，教師の発話を音声認識によりテキスト化したものの両方を蓄積・閲覧できることにより，リアルタイムオンライン形式の授業の様々な場面で活用できること，および，学生の閲覧状況を基に理解度を推定し，理解が不十分であると思われる場面をリアルタイムに教師に指摘する等の機能を提供することが，特徴的な点である．

3. リアルタイムオンライン形式の授業の今までの内容を静止画とテキストで確認できるツール

本章では，今まで述べた検討に基づき設計した，リアルタイムオンライン形式の授業の今までの内容を静止画とテキストで確認できるツールについて述べる．

3.1 ツールの概要

本ツールでは，次の 2 つの機能を主に提供する．なお，現時点では，授業内容確認機能の一部を試作している段階であり，つまずき検出機能は，今後実装する予定である．

- 学生が授業中の必要な時に，自身の端末を利用して，今までの授業内容を静止画とテキストで確認できる機能（授業内容確認機能）
- 学生の閲覧履歴から，学生の理解度が不十分であると思われる場面を推定し，その場面をリアルタイムに教師に指摘，および，確認できる機能（つまずき検出機能）

3.2 想定環境

本ツールは，Zoom や Teams などの Web 会議システムを利用した，リアルタイムかつオンライン形式の授業を想定する．どのような授業の場面でも利用できるが，教師が実際に PC を操作しながら，または，教師が模擬的な診察や看護技術の手本を見せながら口頭で説明をする場面，動画を再生しながら適宜口頭で説明を加える場面等，実演または実演を撮影した動画を提示しながら，口頭で説明を加える授業場面での利用を主に想定する．

学生は，Web 会議システムを実行している端末上で本ツールを利用しても良い．しかし，Web 会議システムを用いて授業を受けながら，適宜本ツールを用いて今までの授業内容を確認することを想定しているため，Web 会議システムとは別の端末を利用した方が，より簡便に利用できると考えられる．そこで，Web 会議システムを PC やタブレット端末等の主たる端末上で実行し，本ツールは，スマートフォン等の補助的な端末で利用することを想定する．

3.3 各機能の詳細

本節では，各機能の詳細について述べる．

3.3.1 授業内容確認機能

(1) スクリーンショットとテキストの蓄積

学生が今までの授業内容を確認できるようにするために，Web 会議システムの画面のスクリーンショットと，教師の発話を音声認識によってテキスト化したものを，リアルタイムに蓄積する．

スクリーンショットは，試作の段階では，一定の秒数毎に 1 枚のペースで取得・蓄積する．最終的には，Web 会議システムの画面の変化を認識しながら，学生が授業内容を十分理解でき，かつ，できる限り少ない枚数になるよう，取得のタイミングを調整する予定である．

教師の発話は，常に音声認識エンジンに入力し，テキスト化する．スクリーンショットと，音声認識の結果とを対応付けて蓄積する必要があるが，試作の段階では単純に，音声認識の結果を取得した時間に，その認識結果に対応する全ての発話が行われたものとする．

(2) スクリーンショットとテキストの閲覧

学生は，授業中（授業後）の必要な時に，任意の端末の Web ブラウザを利用して閲覧用の Web ページを表示することにより，今までの授業内容を静止画とテキストで確認することができる．なお，スマートフォンまたはタブレット端末等から閲覧した場合には，スワイプ操作等により，スクリーンショットとテキストを授業開始時または現時点に向かって，パラパラ漫画のように素早く切り替えられるようにする．

3.3.2 つまずき検出機能

学生が授業内容確認機能を利用して確認した授業場面の閲覧履歴を基に，各場面の学生の理解度を推定する．学生が十分に理解できていない可能性が高いと考えられる場面が検出された場合には，その旨を授業中リアルタイムに，利用している端末にポップアップで表示する等の方法で教師に指摘する．また，場面ごとの理解度を一覧で表示できる機能も提供する．

理解度は，最初の段階では，その場面を閲覧している学生の人数とする（閲覧している人数が多いほど，理解できていない可能性が高いと判断する）．その後，試行を重ね，より的確に理解度を推定できる方法を検討・実装する予定である．

4. ツールの試作

ツールの実現可能性と有用性について検討するために，授業内容確認機能の一部の試作を行った．

4.1 全体構成

試作したツールの全体構成を図 2 に，開発環境を表 1 に

ⓒ2020 Information Processing Society of Japan

示す．

試作ツールでは，蓄積されたスクリーンショットとテキストの閲覧を，Web サーバの機能を利用して実現している．そのため，開発環境および実行環境には，Microsoft Internet Information Services (IIS)等の Web サーバサービスが予めインストールされ，特定のフォルダに格納された Web ページを外部から閲覧できるよう，必要な設定が行われていることを前提とする．

また，リアルタイムオンライン形式の授業で用いる Zoom や Teams などの Web 会議システムは，通常通り実行するだけで良い．

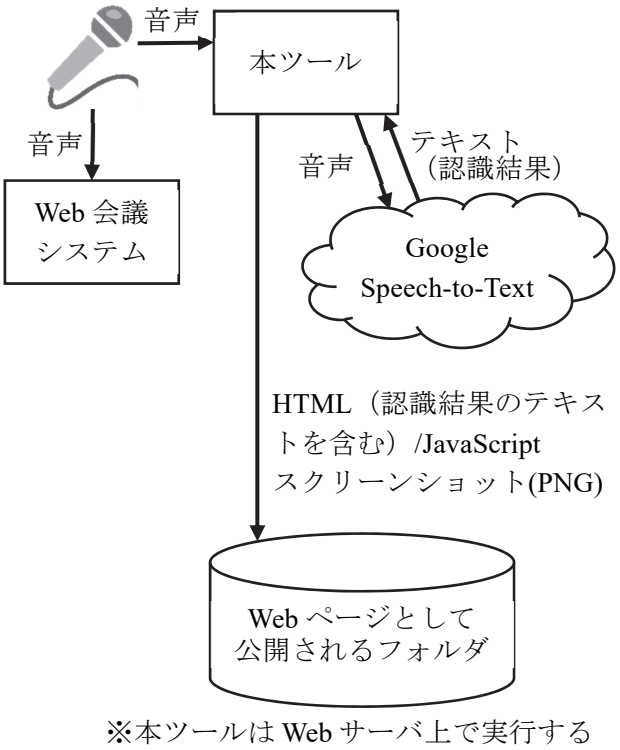


図 2 全体構成

表 1 開発環境

開発用 PC	ASUS Desktop PC P30AD CPU: Intel(R) Core(TM) i5-4440S 2.80GHz メインメモリ:16.0GB OS: Windows 10 Enterprise(2004)
動作確認用タブレット	iPad Pro (Wi-Fi) iOS: Version 13.7 Web ブラウザ: Safari
開発言語	Microsoft Visual C# 2017
音声認識	Google Speech-to-Text

4.2 実現方式

試作ツールは，マイクから入力される教師の音声を，クラウド上の音声認識サービスである Google Speech-to-Text を用いてテキスト化する．Google Speech-to-Text から，1 つの発話毎（発話の区切りは Google Speech-to-Text が判定）に音声認識の結果を取得する．音声認識の結果とスクリーンショットとを対応付けなければならないが，試作ツールでは簡易的に，1 つの発話全体が音声認識の結果を取得した時間に行われたものとする．なお，発話の終了から音声認識の完了まではタイムラグがあり，現時点では対応付けが不正確であるので，今後調整していく予定である．

また，試作ツールは，約 5 秒に 1 枚の間隔で，実行している PC の画面全体のスクリーンショットを取得する．取得したスクリーンショットは，Web サーバサービスによって公開されているフォルダに，PNG 形式で保存・蓄積する．同時に，それらを参照するための JavaScript と，音声認識の結果のテキストを含んだ HTML ファイルを，同じフォルダに出力する．これにより，外部から任意の Web ブラウザを用いて出力された HTML ファイルを開くことで，蓄積されたスクリーンショットと，音声認識の結果のテキストを閲覧できる．

なお，HTML ファイルは，予め図 3 のような雛形を用意しておき，「//@@@@@ここに挿入@@@@@」の部分を PNG ファイルのファイル名，および，音声認識の結果のテキストの一覧に置き変えることで生成する．また，JavaScript では，ユーザの操作により，表示するスクリーンショットを変更する機能と，スクリーンショットに対応する音声認識の結果のテキストを表示する機能を実現している．

```
<html>
 <head>
  <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=shift_jis">
  <title>獨協医科大学 授業画像の表示</title>
  <script language="JavaScript">
  <!--
   if(window.TouchEvent){
    document.addEventListener("touchstart",TouchFuncStart);
    document.addEventListener("touchmove",TouchFuncMove);
    document.addEventListener("touchend",TouchFuncEnd);
   }

   var FileNames=[
//@@@@@ここに挿入@@@@@
   ];
   var FileCounter=0;
   var TouchX=-1;

   function LoadImg(num){
    if(num==0){
        FileCounter = 0;
    }
    else if(num==99){
        FileCounter = FileNames.length/2-1;
    }
    else {
     FileCounter=FileCounter+num;
     if(FileCounter<0)FileCounter=0;
     if(FileCounter*2>=FileNames.length)FileCounter=FileNames.length/2-1;
```

この部分を PNG ファイル名と音声認識結果の一覧に置き変える
(例)
"402341828","",
"402347531","こんにちは"

図 3 閲覧用 Web ページの一部

4.3 実行例

試作ツールが生成した Web ページの一例を図 4，図 5 に示す．なお，現時点では，リアルタイムオンライン形式の

ⓒ2020 Information Processing Society of Japan

授業での試用は行っていないため，収録された授業動画を利用して生成したものである．また，音声認識の結果は，一部修正している．

学生は，授業中（授業後）の必要な時にこの Web ページを表示することで，今までの授業内容を静止画とテキストで確認できる．



図 4 閲覧用 Web ページの一例 その 1

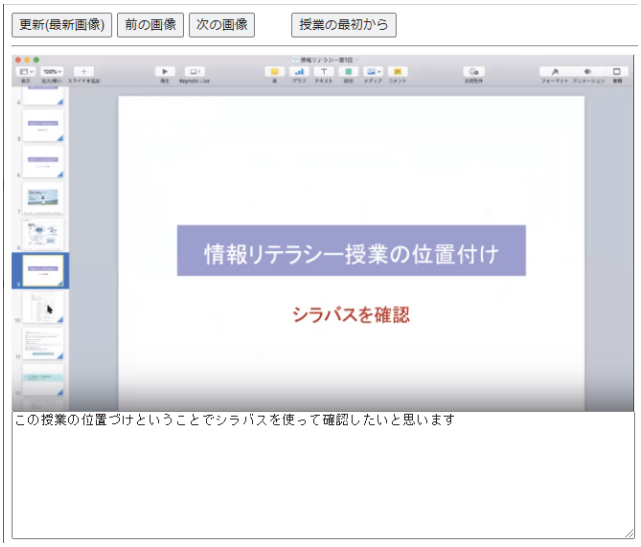


図 5 閲覧用 Web ページの一例 その 2

現在は，組織内の会議等で試用を重ねながら，試作と調整を進めている段階である．スクリーンショットの取得タイミングの調整，スクリーンショットと音声認識結果との対応付けの改善，音声認識の誤認識の問題等，まだまだ検討・改善すべき事項が多く，実用的な段階には至っていない．今後も試作を進め，ある程度の段階で実際のリアルタイムオンライン形式の授業の中で試用し，本ツールの有用性等について検討したいと考えている．

5. おわりに

本稿では，リアルタイムオンライン形式の授業において，授業中に少し前の時間に遡って説明等を再確認できる環境の実現を目的とする，ツールの提案と試作について述べた．具体的には，学生が授業中の必要な時に，今までの授業内容を静止画とテキストで確認できる機能，および，その閲覧履歴から，学生の理解度が不十分であると思われる場面を推定し，その場面をリアルタイムに教師に指摘，および，確認できる機能を提案した．

本ツールにより，学生が授業中聞き逃した部分等を，静止画とテキストで容易に確認できることが期待できる．また，学生の理解度が不十分であると思われる場面を教師に指摘することにより，補足説明を促し，より分かりやすい授業の実現につながることが期待できる．

本稿では，提案した機能のうち，今までの授業内容を静止画とテキストで確認できる機能の一部を試作した．まだまだ課題点は多いが，今後も試作・調整を行い，実際の授業の中で試用し，本ツールの有用性について検討する予定である．

参考文献

[1] 武田裕子: 特集 パンデミック下の医学教育-現在進行形の実践報告- 巻頭言，医学教育, Vol.51, No.3, pp.198-199(2020)
[2] 坂東宏和，山下真幸，上西秀和，坂田信裕: 獨協医科大学におけるオンライン教育の現状と課題，情報処理学会研究報告，Vol.2020-CE-156, No.5, pp.1-6(2020).
[3] 坂東宏和，山下真幸，上西秀和，蓼沼隆，梅村博子，冨士山千晶，大橋和也，坂田信裕: 教師の過去の PC 操作を授業中に参照できる画面遷移参照ツールの提案と開発，情報処理学会論文誌教育とコンピュータ(TCE), Vol.3, No.2, pp.52-62 (2017)
[4] 布目光生，渡辺奈夕子，芦川平，藤村浩司: アクセシブルな講演を実現する自動字幕提示手法の検討，情報処理学会研究報告, 2016-AAC-2, No.4, pp.1-6 (2016).
[5] Microsoft: PowerPoint でのリアルタイムの自動キャプションまたは字幕の表示-Office サポート，https://support.microsoft.com/ja-jp/office/powerpoint-%E3%81%A7%E3%81%AE%E3%83%AA%E3%82%A2%E3%83%AB%E3%82%BF%E3%82%A4%E3%83%A0%E3%81%AE%E8%87%AA%E5%8B%95%E3%82%AD%E3%83%A3%E3%83%97%E3%82%B7%E3%83%A7%E3%83%B3%E3%81%BE%E3%81%9F%E3%81%AF%E5%AD%97%E5%B9%95%E3%81%AE%E8%A1%A8%E7%A4%BA-68d20e49-aec3-456a-939d-34a79e8ddd5f (2020 年 9 月 25 日参照)

ⓒ2020 Information Processing Society of Japan