

# IDE 操作履歴に基づくキーボードショートカット普及率向上のための提案

堀 佑貴<sup>†</sup> 檜枝 琴里<sup>†</sup> 安藤 崇央<sup>†</sup> 石田 繁巳<sup>†</sup> 福田 晃<sup>†</sup>

<sup>†</sup>九州大学大学院システム情報科学府/研究院 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744

E-mail: †{hori,hieda,ando,takahiro,ishida,fukuda}@f.ait.kyushu-u.ac.jp

あらまし キーボードショートカットは、各種アプリケーションにおいてコマンドを実行するための最も効率的な方法とされているが、これまでの研究から多くのユーザがあまり使用しないことが分かっている。キーボードショートカットの普及率を向上させることは、生産性の向上に寄与すると考えるが、普及率向上のための施策は明らかではない。そこで本研究では普及率向上の施策について検討を行うため、現状のキーボードショートカットの使用傾向について調査する。ここでは実際のユーザらの操作履歴を使用し、キーボードショートカットとクリックの両方で実行可能なコマンドを対象に各コマンドのキーボードショートカットの使用傾向を調査する。使用傾向をもとに (1) 特定のコマンドにおいてユーザ間の使用傾向に大きな差異がうまれること、(2) コマンドの使用回数が多いほどキーボードショートカットの使用を促す可能性があることを示し、これらの結果だけでは説明できない事象や今後のキーボードショートカットの普及について我々の見解を示す。

キーワード データマイニング, キーボードショートカット, KaVE プロジェクト, IDE (Integrated Development Environment)

## 1 Introduction

キーボードショートカットはアプリケーションでコマンドを実行するためのキーストロークの組み合わせであり、ユーザが効率よく作業を行えるよう用意されている。作業効率の観点から、キーボードショートカットを使用する利点が示されている [1] [2]。しかし、実際には熟練のユーザでさえキーボードショートカットを操作の 10%程度しか使用していないという報告がある [2]。キーボードショートカット普及のためには使いやすいインターフェースの設計やユーザのトレーニングなどが考えられるが、これらを効率よく行うためにユーザのキーボードショートカットの使用傾向を知ることは重要である。そこで本研究では、実際のユーザらの操作履歴を使用し、キーボードショートカットとクリックの両方で実行可能なコマンドを対象に各コマンドのキーボードショートカットの使用傾向を調査する。

これまでキーボードショートカットの普及に向けて様々な研究が行われている。その中では、キーボードショートカットの使用率には 1 週間あたりのコンピュータ使用時間や周囲のユーザの傾向 [3] などが影響するということが分かっている。また、習慣性 [4] や効率性が重要ではない点 [5] など、様々な観点から調査がなされている。

我々が調査した範囲において既存の研究はいずれもアンケートやユーザに一定の操作を強いる実験による調査であり、ユーザの日常的な操作傾向が反映されているか不明瞭である。たとえばユーザが普段とは違う行動を取ったとしても結果からそれを判別することは不可能であり、正確な傾向を読み取ることは困

難である。これらを踏まえて現状のキーボードショートカットの使用傾向を正確に把握するためには、ソフトウェア使用履歴からデータを抽出・分析することが最も効果的である。

本論文では、ユーザの日常的なソフトウェア操作履歴から操作傾向について言及し、キーボードショートカットの普及のために有用な知見を得ることを目標とする。具体的には、ソフトウェアエンジニア 67 人の Visual Studio 操作履歴データを使用し、キーボードショートカットとクリックの 2 種類のコマンド実行方法について使用回数から操作傾向を分析する。また、操作傾向を基に以下の 2 つの観点から調査を行う。

- 多様なキーボードショートカットを使いこなすユーザとその他ユーザではどういった差があるのか？
- 使用回数の多いコマンドほどキーボードショートカットが使用されるのではないのか？

## 2 Dataset

本論文では The Mining Software Repositories (MSR) から提供されている KaVE データセット [6] を用いる。KaVE データセットは Visual Studio の操作履歴を記録したものであり、様々なバックグラウンド（エンジニア、研究者、学生など）の 85 人の開発者による、合計 1100 万のイベントが記録されている。また、本論文では KaVE データセットのうち、コマンドの実行履歴を記録している COMMAND EVENT データを使用する。表 1 に COMMAND EVENT データの構成を示す。

調査対象とするコマンドは、キーボードショートカットとクリックの両方で実行可能な 95 種類 [7] である。これらのコマンドの実行履歴を Visual Studio が公開しているキーボードショ-

表 1 Structure of CommandEvent

タグ	説明
IDESessionUUID	イベントが起きた時のセッション
KaVEVersion	KaVE のバージョン
ActiveDocument	アクティブのドキュメント
TriggeredAt	イベントが開始した時間
CommandID	実行されたコマンドを確定させる ID
ActiveWindow	アクティブのウィンドウ
TriggeredBy	イベントを起こしたアクションの種類

表 2 ODDS RATIO

コマンド名 (command 番号)	$R_{normal}$	$R_{sc}$	$Odds$
View.SolutionExplorer(88)	0.111	0.750	45.563
View.ErrorList(78)	0.125	0.667	28.444
File.OpenProject(59)	0.0417	0.200	23.040
View.ViewCode(92)	0.250	0.750	9.000
Debug.Start(8)	0.235	0.700	8.851
File.SaveAll(62)	0.128	0.333	6.818
File.NewFile(55)	0.200	0.500	6.250
File.OpenFile(58)	0.250	0.500	4.00
View.NavigateForward(81)	0.200	0.400	4.00
Debug.StartWithout	0.385	0.750	3.803
Debugging(9)			

トカット一覧と COMMAND EVENT データ内の Triggered By の値を利用してキーボードショートカットとクリックそれぞれに分けて抽出する。

実際にデータの抽出を行なった結果、ユーザ間で COMMAND EVENT データの数が大きく異なることが分かった。分析にはコマンドごとのキーボードショートカットとクリックでの操作比率を使用するため、サンプル数の少ないユーザは分析に偏りを生む可能性がある。そこで我々は COMMAND EVENT データの総数が上位 80% (67 人) のユーザを用いて分析を行う。上位 80% のユーザのキーボードショートカット・クリックでのコマンド実行回数はそれぞれ 204,408 件・65,223 件であった。

### 3 Research Question

本 RQ では、各ユーザのキーボードショートカットの使用傾向について調査を行う。第 2 章で抽出したコマンドについて各ユーザのキーボードショートカットとクリックそれぞれの総使用回数に占める使用割合を算出した。

算出した使用割合を図 1 にヒートマップで示す。このヒートマップは以下のように構成される。

- 各セルの配色は、赤いほどキーボードショートカットでの使用割合が高く、青いほどクリックでの使用割合が高いことを示す。
- 無色のセルはそのコマンドが一度も使用されていないことを表す。
- 縦軸はキーボードショートカット使用割合の高い（赤いセルの多い）ユーザ順に並べられている。
- 横軸はコマンド番号を表し、メニューバーのグループごとに並べられている。

ユーザ全体で一度でも使用されたコマンドの割合は 24.0% (1525/6365) であり、主にキーボードショートカットにより使用されたコマンドは 14.2% (902/6365)、主にクリックで使用されたコマンドは 9.8% (623/6365) であった。

図 1 のヒートマップをユーザ視点、コマンド視点で見ると以下の二点がわかる。

- ユーザごとに見ると、上部と下部のユーザでは Debug カテゴリのコマンドをはじめとして、使用傾向に明らかな差が確認できる。例えば、Debug カテゴリ（コマンド番号 2-12）のコマンドにおいて、上部のユーザはキーボードショートカットを多く使用しているため赤いセルが多いが、下部に行くに連れて赤いセルが減少していることが見て取れる。

- コマンドごとに見ると、キーボードショートカットによる使用が顕著なコマンドとクリックによる使用が顕著なコマンドがあることが確認できる。例えば、コマンド番号 17, 18, 20, 22, 35, 42, 52 などは縦方向に赤いセルが並び、コマンド番号 54, 56, 66 などは青いセルが並んでいることが見て取れる。

このことから、以降の RQ1 ではユーザ視点について、RQ2 についてはコマンド視点からキーボードショートカット使用の要因を探る。

#### 3.1 RQ1:キーボードショートカットを多用するユーザと他のユーザとで使用されるコマンドの違いは？

**motivation:** 図 1 のヒートマップの上部に位置するユーザ  $n$  人を SC ユーザ、それ以外のユーザを一般ユーザと定義すると、SC ユーザは一般ユーザよりも多くのキーボードショートカットを使用していることから、一般ユーザの使用しないキーボードショートカットを使用する傾向があると予想される。RQ1 では、SC ユーザがどのようなコマンドをキーボードショートカットで入力しているかの偏りを調査する。

**approach:** ヒートマップの上から 10 人を SC ユーザ、その他 57 人のユーザを一般ユーザとし、キーボードショートカットの使用傾向の差異について分析する。SC ユーザと一般ユーザのキーボードショートカットの使用傾向の偏りを調査するために、オッズ比を用いる。あるコマンドについて、SC ユーザのうちキーボードショートカットを用いるユーザ割合を  $R_{sc}$ 、同様に一般ユーザのうちキーボードショートカットを用いるユーザ割合を  $R_{normal}$  とするとき、SC ユーザと一般ユーザ間のオッズ比  $Odds$  は、

$$Odds = \frac{(1 - R_{normal})R_{sc}}{(1 - R_{sc})R_{normal}} \quad (1)$$

となる。算出した  $Odds$  の値が大きいコマンドほど、SC ユーザはキーボードショートカットを使用するが、一般ユーザは使用しないコマンドだと言える。 $Odds$  が大きいものを見ることで SC ユーザと一般ユーザのキーボードショートカットの使用傾向の偏りが大きなコマンドがわかる。

オッズ比を算出するにあたって、各ユーザの作業内容に依存した使用コマンドの偏りを考慮し、クリック、キーボードショートカットのいずれかを一度でも使用したユーザのみを用いるも

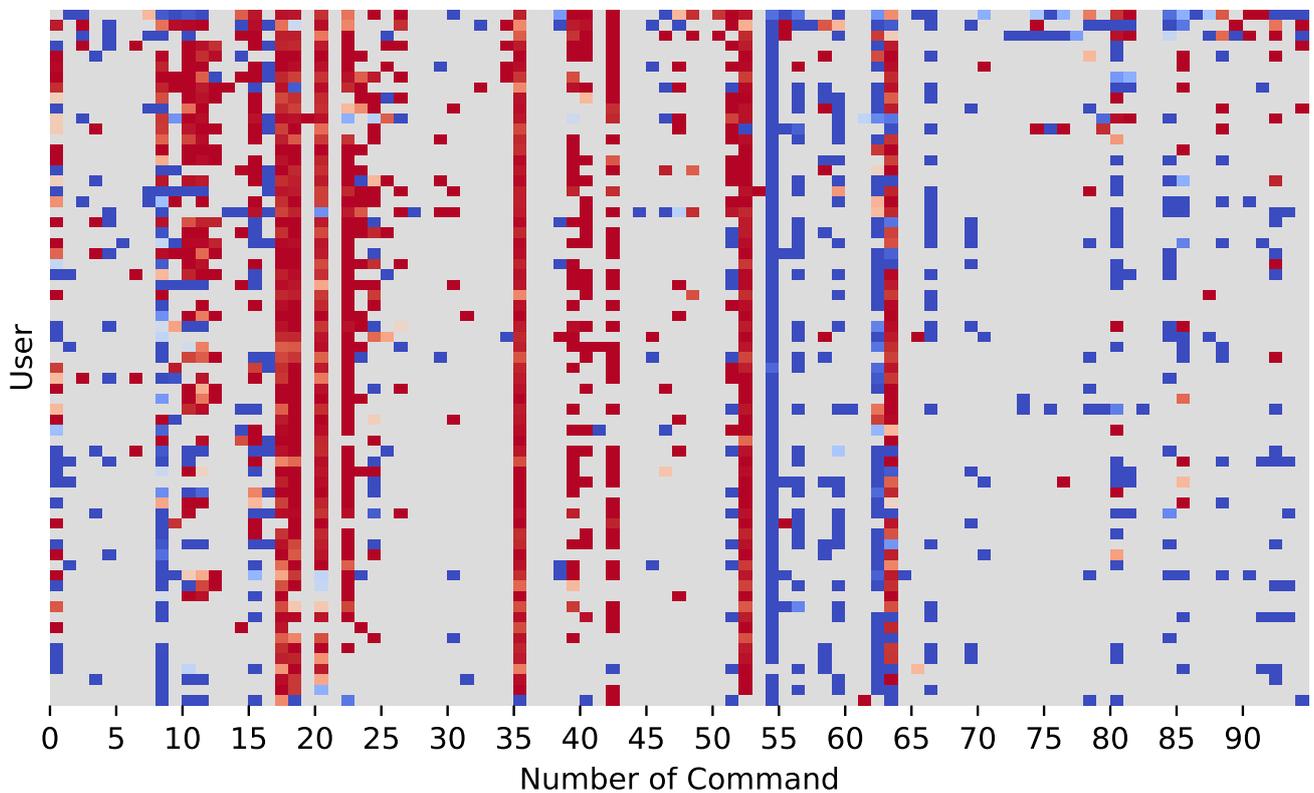


図1 ヒートマップ (コマンド番号は以下のカテゴリに対応する ; 0-1:Build, 2-12:Debug, 13-53:Edit, 54-63:File, 64-65:Help, 66:Project, 67-69:TestExplorer, 70:Tools, 71-94:View.

のとする。すなわち、ユーザ割合  $R_{sc}$ ,  $R_{normal}$  は SC ユーザ、一般ユーザのうち、“キーボードショートカットを用いるユーザ人数の、そのコマンドを一度でも使用したユーザ数に対する割合”を表す。

**result:** 表2はコマンドごとのオッズ比を降順にソートし、TOP10を表した結果である。appendixとしてオッズ比を全て掲載した表をオンライン付録 [8]にて公開する。

表2によると、SCユーザは他のユーザに比べて View カテゴリ、File カテゴリ、Debug カテゴリのコマンドに、より多くキーボードショートカットを使用していることがわかる。

SC ユーザは一般ユーザと比較して View カテゴリ、File カテゴリ、Debug カテゴリのコマンドを特に多くキーボードショートカットで入力している。

### 3.2 RQ2: ユーザによく使用されるコマンドは、キーボードショートカットで使用されやすいのではないか？

**motivation:** 頻繁に使用されるコマンドほどユーザの操作が最適化され、結果としてキーボードショートカットで使われる割合が高くなるのではないかと。

RQ2では本当にこのような傾向があるのかどうか調査を行う。

**approach:** RQ2では、全コマンドに対しキーボードショートカットとクリックの使用回数を合計した総使用回数、総使用回数中のキーボードショートカットの使用割合を表す SC 使用

表3 Usage Rates of command

コマンド	総使用回数	SC 使用率
File.SaveSelectedItems(63)	49370	0.7985
Edit.Paste(35)	42844	0.8503
Edit.Delete(20)	39195	0.9738
Edit.Copy(17)	27770	0.9425
Edit.Undo(52)	25886	0.9207
Debug.Start(8)	18414	0.2410
Debug.StepOver(11)	16797	0.7381
File.SaveAll(62)	12784	0.0894
Edit.Cut(18)	8604	0.9198
Debug.StepInto(10)	8009	0.4604

率を求める。そして、2つのデータから相互相関係数を計算し、総使用回数と SC 使用率の関連について調査する。また、総使用回数の大きいコマンドに対し、コマンド名や総使用回数、SC 使用率を示す表を作成し、傾向を調査する。

**result:** コマンドの総使用回数と SC 使用率の相関係数は 0.3147 であり、総使用回数と SC 使用率間の相互相関係数について弱い相関が存在した。

表3に総使用回数の大きいコマンドに対し、コマンド名、総使用回数、SC 使用率を表した表を示す。表3からわかるように、総使用回数が大きいコマンドの中にも SC 使用率が 0.8 以下となっているコマンドは 5 種類存在した。また、File.SaveAll や Debug.Start など、SC 使用率がとても低いコマンドも存在した。

コマンドの総使用回数と SC 使用率の間には弱い相関が存在した。しかし、総使用回数の大きいコマンドの中にも SC 使用率が低いコマンドが存在しており、ユーザによく使用されるコマンドほどキーボードショートカットで使用される割合が高いと言い切る程の結果を得ることはできなかった。

### 3.3 追加調査:アプリケーション間でキーボードショートカットが共通であるほど、そのコマンドはキーボードショートカットで使用されやすいのではないか？

**motivation:** RQ2 において、ユーザによく使用されるコマンドであっても SC 使用率が高いと言い切れないことがわかった。では、他にどのような要因がキーボードショートカットの使用に影響を与えているのだろうか。

我々は、ユーザがよく触れると考えられる様々なアプリケーション間でのキーボードショートカット割当の共通度が SC 使用率に影響を与えていると考え、追加調査を行った。

**approach:** 追加調査では、Visual Studio と様々なアプリケーション間でのキーボードショートカット割当とコマンドの SC 使用率の関係性について調査を行う。その際、ユーザが日常的に使用するアプリケーションを IDE 系、Office 系、Mail 系、ブラウザ系に分類し、各分類の中で代表的な 3 つのアプリケーションを、調査対象アプリケーションとした。

**result:** 調査結果として、表 4 に総使用回数が 1000 回以上であり、各カテゴリに属する代表的なコマンドの調査結果を示す。appendix として、Edit, Debug, File カテゴリすべてのコマンドに対する調査結果はオンライン付録 [9] にて公開する。各カテゴリの特徴は以下の通りである。

- Edit カテゴリに属する 41 種類のコマンドのうち、総使用回数が 1000 回以上のコマンドは 8 種類であった。最も総使用回数が大きい Paste は調査対象の全てのアプリケーションでキーボードショートカット割当が同じであり、SC 使用率も 0.850 という大きな値となった。これらコマンドのうち、最も SC 使用率が高いのは Delete で 0.973、最も低いのは FormatDocument の 0.352 であった。これは、文書やコードの整列を行うためのコマンドであり、同一のキーボードショートカット割当を持つアプリケーションはなかった。Edit カテゴリの特徴として、各アプリケーションとのキーボードショートカット割当が共通であればあるほど SC 使用率が大きくなる傾向があった。

- File カテゴリに属する 10 種類のコマンドのうち、総使用回数が 1000 回以上のコマンドは Exit, SaveAll, SaveSelectedItem の 3 種類であった。これらコマンドのうち、最も SC 使用率が高いのは SaveSelectedItem の 0.798、最も SC 使用率が低いのは Exit の 0.005 であった。File カテゴリの特徴として、Exit と SaveAll において、キーボードショートカット割当に明らかな差があったにも関わらず、どちらも共に SC 使用率が非常に低い結果となった。

- Debug カテゴリに属する 11 種類のコマンドのうち、総使

用回数が 1000 回以上のコマンドは Start, StepInto, StepOver の 3 種類であった。これらコマンドのうち、最も SC 使用率が大きかったのは StepOver の 0.738、最も SC 使用率が小さかったのは Start であり 0.241 であった。Debug カテゴリの特徴として、Office 系や Mail 系、ブラウザ系のアプリケーションにおいて同じコマンドが用意されていない場合が多かった。StepInto と StepOver については、キーボードショートカット割当の結果が同じであったにも関わらず、SC 使用率に大きな差が現れた。

Edit カテゴリにおいては、明らかに各アプリケーション間のキーボードショートカットが共通であるほど、そのコマンドの SC 使用率が上がるという傾向が見られた。

しかし、Debug, File カテゴリにおいては、各アプリケーション間の共通度が似ているコマンド同士であっても、SC 使用率に差が現れたり、各アプリケーション間の共通度が大きいコマンドであっても、SC 使用率が低い場合が存在した。

## 4 Discussion

RQ2 や追加調査において、当初の予測と違う結果が多く見られた。本章では、それらの理由と、キーボードショートカットの普及率を上げるためには具体的にどうすれば良いか、我々の意見を述べる。

RQ2 や追加調査において、総使用回数や共通度が高い数値であったとしても、SC 使用率の低いコマンドが存在し、これは我々の予測と異なる結果であった。これらコマンド (Debug.Start, File.SaveAll, File.Exit など) の特徴の一つとしてボタンの存在がある。これらのいずれのコマンドもわかりやすい場所にボタンが配置されており、このことから“コマンドをクリックで簡単に実行できるボタンがわかりやすい場所に存在している場合、ユーザはショートカットよりもクリックを優先して使用する傾向がある”と考える。

新しく作成するアプリケーションに対してキーボードショートカットの SC 使用率を向上させる方法として、他のアプリケーションのキーボードショートカットと同じ割当にする事は効果的な手法の一つであると考えられる。

既存のアプリケーションに対してユーザの SC 使用率を改善する場合、キーボードショートカットの推薦が考えられる。しかし、すべてのコマンドに対してキーボードショートカットを推薦した場合、毎回作業が中断され、結果的に作業効率が低下する可能性がある。効率的なキーボードショートカットの推薦の方法の一つとして、表 2 の上位に来るコマンドを優先的に推薦する事も有効であると考えられる。

## 5 Conclusion

本論文では、Visual Studio 操作履歴データを使用し、ユーザ

表 4 Commonality of commands (✓:割当が同じ, ×:割当が違う, -:コマンドが存在しない)

		IDE			office			mail			browser			SC usage
		Pycharm	eclipse	Android Studio	Word	Excel	Power Point	Outlook	Gmail	Thunder bird	Chrome	Firefox	IE	
Edit	Paste(35)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0.850
	FormatDocument(24)	-	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.352
	Delete(20)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	-	0.973
File	Exit(54)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0.005
	SaveAll(62)	×	✓	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.089
	SaveSelectedItem(63)	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	0.798
Debug	Start(8)	×	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.241
	StepInto(10)	×	×	×	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	0.460
	StepOver(11)	×	×	×	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	0.738

のキーボードショートカットとクリックの使用傾向について分析を行った。

キーボードショートカット使用の傾向として、総使用回数や他のアプリケーション間での共通度が大きいほど SC 使用率が大きくなる事がわかった。また例外として、1 クリックでコマンドが実行できるボタンなどが用意されている場合、クリックが好まれる傾向も確認された。

キーボードショートカットを効果的に普及するためには、他のアプリケーションと同じキーボードショートカット割当にする事やショートカットユーザと一般ユーザ間で SC 使用率に差があるコマンド (View, Debug, File カテゴリなど) を優先的に推薦する事が有効な手法であると考えられる。

- [7] Online appendix: Commands, 2018. <https://is.gd/0SSSzV>.
- [8] Online appendix: Odds ratio table, 2018. <https://is.gd/YME59C>.
- [9] Online appendix: Commonality of commands, 2018. <https://is.gd/WHY69w>.

## Acknowledgment

本研究は、科研費 JP15H05708 の助成を受けたものである。

## 文 献

- [1] Alan Dix, Janet E Finlay, Gregory D Abowd, and Russell Beale. Human-computer interaction. 2003.
- [2] David M Lane, H Albert Napier, S Camille Peres, and Anikó Sándor. Hidden costs of graphical user interfaces: Failure to make the transition from menus and icon toolbars to keyboard shortcuts. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 18(2):133-144, 2005.
- [3] S Camille Peres, Franklin P Tamborello, Michael D Fleetwood, Phillip Chung, and Danielle L Paige-Smith. Keyboard shortcut usage: The roles of social factors and computer experience. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, volume 48, pages 803-807. SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, 2004.
- [4] Suzanne C Charman and Andrew Howes. The adaptive user: an investigation into the cognitive and task constraints on the generation of new methods. *Journal of experimental psychology: Applied*, 9(4):236, 2003.
- [5] Susanne Tak, Piet Westendorp, and Iris van Rooij. Satisficing and the use of keyboard shortcuts: Being good enough is enough? *Interacting with computers*, 25(5):404-416, 2013.
- [6] Sebastian Proksch, Sven Amann, and Sarah Nadi. Enriched event streams: A general dataset for empirical studies on in-ide activities of software developers. In *Proceedings of the 15th International Conference on Mining Software Repositories*, MSR '18, pages 62-65, New York, NY, USA, 2018. ACM.