

화상 회의 애플리케이션 GoToWebinar 및 GoToMeeting 아티팩트 분석

¹강수진, ²김기윤, ^{3*}이양선

Artifacts Analysis of GoToWebinar and GoToMeeting

¹Soojin Kang, ²Giyoony Kim, ^{3*}Yangsun Lee

요약

신종 바이러스 감염병의 세계적 유행으로 인해 다양한 화상회의 및 협업 애플리케이션이 등장하였다. 화상회의 애플리케이션은 실시간 화상회의 외에도 채팅과 파일 공유와 같은 기능들을 다양한 플랫폼으로 제공한다. 채팅, 파일 및 화면 공유 등의 기능으로 다양한 개인 정보가 저장되기에 이러한 화상 회의 애플리케이션은 디지털 포렌식 수사 관점에서 주요 분석 대상이다. 크로스 플랫폼을 지원하는 응용프로그램의 경우 플랫폼에 따라 저장되는 데이터의 형태가 상이하기도 하다. 따라서 화상회의 애플리케이션의 데이터를 포렌식 수사에 활용하기 위해서는 플랫폼 별 저장되는 주요 아티팩트에 대한 사전 연구가 필요하다. 본 논문에서는 화상 회의 애플리케이션인 GoToWebinar 및 GoToMeeting를 사용하고 생성되는 아티팩트를 분석하여 디지털 포렌식 수사 관점에서 주요 주요한 데이터를 나열한다. 각 애플리케이션이 제공하는 플랫폼 별로 저장되는 데이터를 식별하며, 사용자 행위를 추정할 수 있는 아티팩트를 정리한다. 그리고 화상 회의 내의 역할과 환경에 따라 획득할 수 있는 데이터를 분류한다.

Abstract

Various video conferencing and collaboration applications have emerged due to the global epidemic of new viral infections. In addition to real-time video conferencing, video conferencing applications provide features such as chat and file sharing on various platforms. Because various personal information is stored through functions such as chatting, file and screen sharing, these video conferencing applications are the major target of analysis from a digital forensic investigation. In the case of applications that provide cross-platform, the form of stored data is different depending on the platform. Therefore, to utilize data of video conferencing application for forensic investigation, preliminary research on artifacts stored by platform is required. In this paper, we used the video conferencing applications GoToWebinar and GoToMeeting and analyzed the artifacts generated. As a result, we list the main data from a digital forensic investigation. We identify data stored for each platform provided by GoToWebinar and GoToMeeting and organize artifacts that can estimate user behavior. Also, we classify the data that can be acquired according to the role and environment within the video conference.

Keywords: Artifacts, Digital forensic, Video conferencing applications, GoToWebinar, GoToMeeting,

¹ 국민대학교 금융정보보안학과 박사과정 (szin31@kookmin.ac.kr)

² 국민대학교 금융정보보안학과 박사과정 (gi0412@kookmin.ac.kr)

^{3*}교신저자 한신대학교 컴퓨터공학부 교수 (yslee48@hs.ac.kr)

I. 서론

신종 바이러스 감염증의 등장으로 재택근무와 원격수업이 일상화되며, 온라인상의 소통을 원활하게 하기 위한 화상 회의 애플리케이션의 사용이 증가하였다[1]. 확산되는 비대면 문화에 있어 다양한 솔루션이 되는 화상 회의 애플리케이션은 업무에 있어 필수적인 애플리케이션으로 자리 잡았으며, 다양한 서비스가 추가되고 있다. 기존 단순 화상 회의만을 지원하던 애플리케이션과 달리 인스턴트 메시지를 기반으로 한 텍스트 전송, 파일 공유, 메일링 등 다양한 기능이 추가되었다. 화상 회의 애플리케이션은 언제 어디서든 쉽고 간편하게 정보를 교류할 수 있다는 장점이 존재한다. 그러나 이러한 장점은 범죄 모의, 자료 유출, 도촬 등 다방면으로 악용될 가능성도 존재한다. 따라서, 디지털 포렌식 수사 관점에서 대처를 하기 위해 화상 회의 애플리케이션에 대한 사전 연구는 중요하다.

화상 회의 애플리케이션은 PC, 모바일 그리고 웹과 같이 다양한 플랫폼에서 동시에 서비스를 제공한다. 제공되는 플랫폼에 따라 저장되는 데이터 혹은 데이터의 형태는 달라질 수 있다. 체계적인 데이터 수집을 위해서는 각각의 플랫폼에 대한 차이점을 명확히 해야 한다. 플랫폼 별 사용 가능한 서비스와 그 차이를 이해해야 하며, 생성되는 데이터의 차이점을 알아야 한다.

본 논문에서는 화상 회의, 채팅 및 파일 공유 기능을 제공하는 GoToWebinar 및 GoToMeeting 애플리케이션을 분석한다. GoToWebinar 와 GoToMeeting 는 LogMeIn 에서 온라인 회의 및 세미나 등을 지원하기 위해 출시한 애플리케이션으로 PC, 모바일과 웹 환경을 모두 지원한다. 따라서 각 애플리케이션을 PC, 모바일(Android) 그리고 웹 환경에서 사용하고 각 환경에 저장되는 주요 데이터를 식별한다. 또한, 두 애플리케이션의 기능의 사용으로 생성되는 사용자 행위 데이터를 정리한다. 본 논문에서 분석한 GoToWebinar 와 GoToMeeting 의 버전은 ‘표 1’과 같다.

Table 1. Version of GoToWebinar/GoToMeeting
표 1. GoToWebinar/GoToMeeting 분석 버전

	GoToWebinar	GoToMeeting
Android	3.13.6	4.7.3.1 (250)
PC	3.18.1	

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 관련 연구를 소개하며, 3 장에서는 GoToWebinar 및 GoToMeeting 애플리케이션의 아티팩트를 플랫폼 별로 분석한다. 끝으로 4 장에서는 결론으로 마무리한다.

II. 관련 연구

화상 회의 및 협업 애플리케이션의 사용이 증가하면서, 해당 애플리케이션의 사용으로 생성되는 사용자 아티팩트에 대한 분석 연구는 다양하게 진행되었다.

Yang 등은 Windows 환경에서 Facebook 과 Skype 애플리케이션을 사용하여 로그인 기록, 전송된 파일 정보와 같은 사용자 아티팩트를 식별하고 정리하였다[2]. Seo 등은 Android 환경에서 6종의 랜덤 채팅 애플리케이션을 사용하고, 이를 통해 주고받은 채팅 내역, 시간 및 계정 정보 등을 획득하고 정리하였다[3]. Shin 등은 협업용으로 자주 사용되는 Slack 및 Discord 메신저를 Android 와 Windows 환경에서 분석하여 채팅 내역, 주고받은 파일 정보 등과 같은 사용자 아티팩트를 정리하였다[4]. 이를 통해 시나리오를 구성하여 디지털 포렌식 활용방안을 제시하였다. Kim 등은 Android 와 Windows 환경에서 협업 툴인 Microsoft Team 를 분석하였으며, 설치 기록, 사용자 계정 정보 그리고 메시지와 파일 정보와 같은 주요한 사용자 행위 아티팩트를 획득하였다[5]. 또한, 운영 환경에서 획득 가능한 아티팩트를 비교 분석하였다. Shin 등은 Android 환경에서 국내 협업 툴인 잔디와 네이버 워크를 분석하여 사용자 아티팩트를 획득하였으며, 삭제된 메

시지의 획득 방안을 제시하였다[6]. **Mahr** 등은 화상 회의 애플리케이션인 **Zoom** 의 네트워크 캡처, 포렌식 이미징 및 메모리 포렌식을 통해 채팅 메시지 및 사용자 정보를 획득할 수 있음을 보였다[7]. **Khalid** 등은 **Windows** 환경에서 메모리와 네트워크 포렌식을 통해 화상회의 애플리케이션인 **Cisco WebEx** 를 분석하였다[8]. 이를 통해 전송 및 삭제된 메시지, 사용자 정보 등을 획득할 수 있음을 보였다.

III. 아티팩트 분석

GoToWebinar 는 웹 세미나에 특화된 플랫폼이며, **GoToMeeting** 은 온라인 회의를 진행하는 것에 초점이 맞춰져 있다(그림 1).

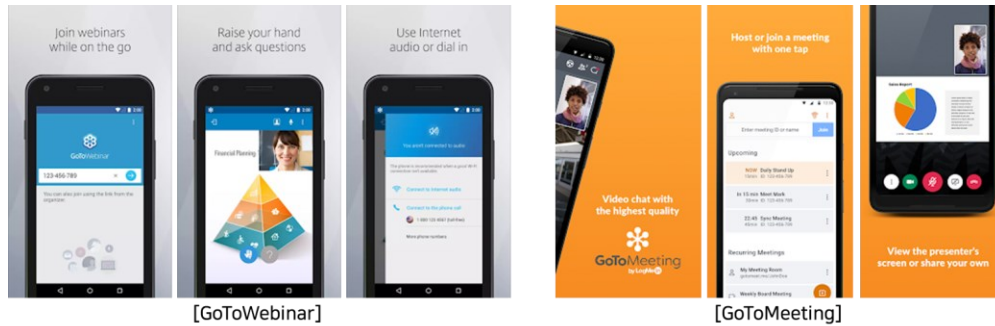


Figure 1. Features of GoToWebinar/GoToMeeting
 그림 1. GoToWebinar/GoToMeeting 의 주요 기능

GoToWebinar 와 **GoToMeeting** 은 주최자인지 참석자인지에 따라 기록되는 데이터가 달라질 수 있다. 따라서 각 환경에서 주최자 또는 참석자가 될 수 있는지 확인하였으며, 분석 결과는 ‘표 2’와 같다.

Table 2. List of Permissions by Host/Attendant
 표 2. 주최자/참석자 권한 보유 여부

type		mobile	PC	web
GoToWebinar	host	X	O	O*
	attendee	O	O	O^
GoToMeeting	host	O	O	O*
	attendee	O	O	X

*: Meeting can be created and started (PC program running during meeting)
 ^: Hosted by Live-Webcast on the Web

GoToWebinar 는 스태프와 참석자로 나뉘며, 스태프는 발언권이 있고 참석자는 발언권이 없다. 스태프는 주최자, 발표자와 패널로 구분된다. **GoToMeeting** 은 주최자, 발표자 그리고 참석자로 역할이 나뉘고, 모두 발언권이 있다.

GoToWebinar 로 온라인 세미나 진행 시 제공하는 기능은 ‘그림 2’와 같다. 세미나에 특화되어 있기 때문에 기본적으로 제공하는 텍스트 및 음성 채팅뿐만 아니라 파일 공유, 질문과 설문 기능도 제공한다.

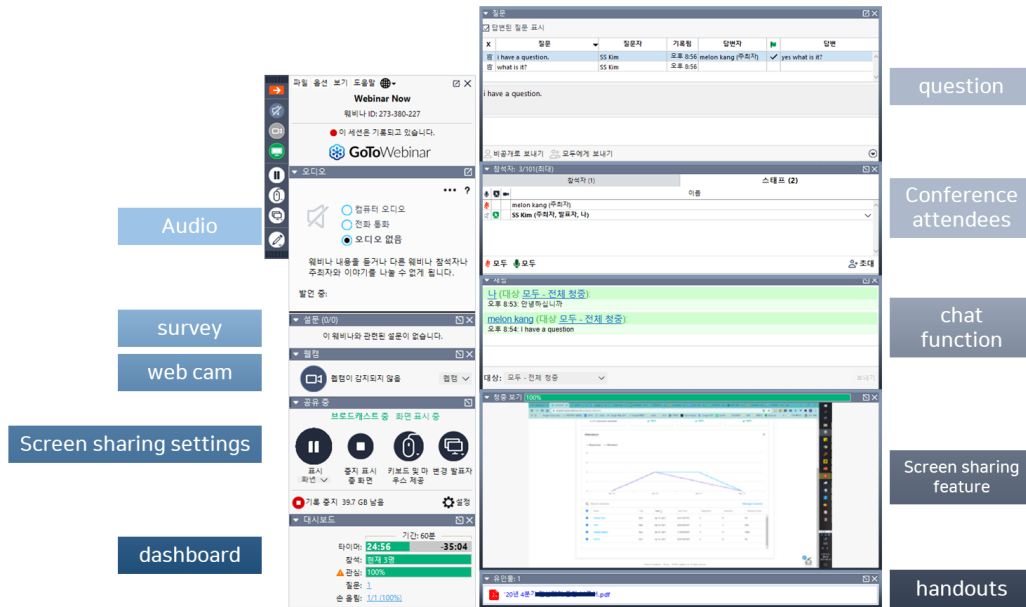


Figure 2. Functions offered in GoToWebinar
 그림 2. GoToWebinar 회의 시 제공 기능

GoToMeeting 은 온라인 회의에 적합하게 플랫폼이 구성되어 있으며, ‘그림 3’과 같이 화면 공유 및 채팅 기능을 제공하고 있다.

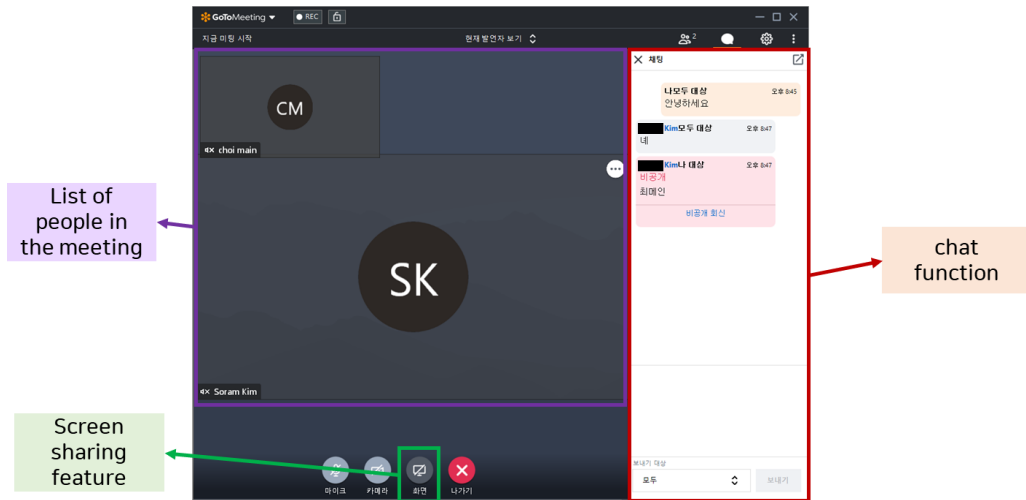


Figure 3. Functions offered in GoToMeeting
 그림 3. GoToMeeting 회의 시 제공 기능

3.1 PC 아티팩트 분석

GoToWebinar 와 GoToMeeting 을 PC 에서 사용할 경우 기록되는 아티팩트는 ‘표 3’과 같다. 온라인 회의 진행 후 회의 영상과 채팅 파일이 저장되며, 주최자인지 참여자인지에 따라 저장 여부가 달라진다. 주최자인 경우 회의 영상과 채팅 내역은 옵션을 설정하지 않아도 자동으로 저장되고, 참여자인 경우에는 선택적으로 저장할 수 있다. 회의 영상은 참여자이지만 주최자로 변경된 경우에만 저장할 수 있고, 채팅 내역은 저장 여부가 선택사항이지만 기본적으로는 자동으로 저장되는 옵션이 선택되어 있다.

Table 3. PC artifacts from GoToWebinar/GoToMeeting
 표 3. GoToWebinar/GoToMeeting 의 PC 아티팩트

	GoToWebinar	GoToMeeting
Data storage list	C:\Users\<User name>\Documents	
Data storage item	Chat (save both host and attendees), Conference video (saved by the host only)	
Chat history file name	ChatLog[meeting name] YYYY_MM_DD HH_mm.rtf	
Conference video file name	YYYY-MM-DD HH.mm[meeting name].g2m (g2m files can be checked by converting to mp4)	

GoToWebinar 와 GoToMeeting 은 온라인 회의 시 채팅 내역이 C:\Users\<Username>\Documents\ChatLog[회의명]YYYY_MM_DD HH_mm.rtf 에 기록되며, 내부 데이터 형식은 동일하다. 다만 채팅 로그의 글씨 크기에 차이가 있어서 GoToWebinar 에 대한 채팅 로그인지 GoToMeeting 에 대한 채팅 로그인지 구분할 수 있다. ‘그림 4’와 같이 GoToWebinar 는 채팅 내용이 10pt 로 기록되고, GoToMeeting 은 채팅 글씨 크기가 14.5pt 로 저장된다.

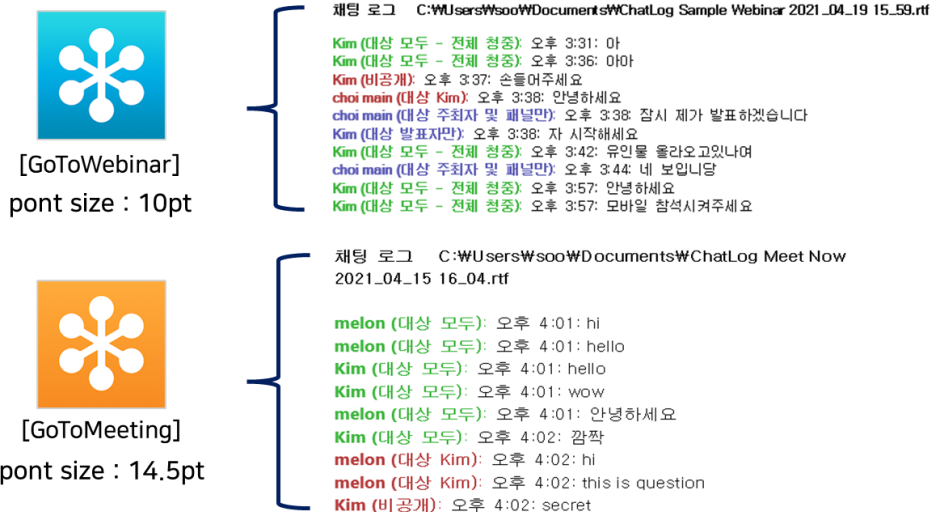


Figure 4. Chat file features in GoToWebinar/GoToMeeting
 그림 4. GoToWebinar/GoToMeeting 채팅 파일 특징

GoToWebinar 와 GoToMeeting 은 회의 영상을 저장할 수 있으며, 영상 파일은 g2m 의 확장자를 갖는다. ‘그림 5’와 같이 g2m 파일은 GoToMeeting 에서 제공하는 프로그램을 이용해 MP4 와 WMV 파일로 변경할 수 있다. 변환 후에 g2m 원본 파일은 C:\Users\<User name>\Documents\original g2m 경로에 옮겨지고, 변환한 MP4 또는 WMV 파일은 C:\Users\<User name>\Documents\에 저장한다.

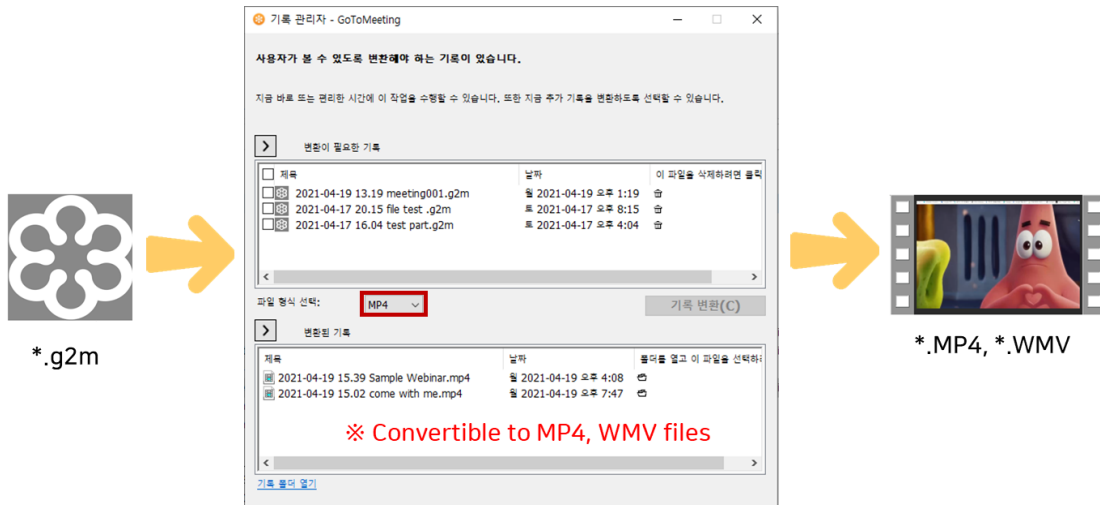


Figure 5. Meeting video files from GoToWebinar/GoToMeeting
 그림 5. GoToWebinar/GoToMeeting 의 회의 영상 파일

3.2 모바일(Android) 아티팩트 분석

GoToWebinar 와 GoToMeeting 을 모바일에서 사용하는 경우 기록되는 아티팩트는 ‘표 4’와 같다. GoToWebinar 의 경우 모바일에는 계정 정보만 저장하며, GoToMeeting 은 계정 정보와 사용자가 참가한 회의의 주최자 정보, 회의 개최 시간 및 회의명을 저장한다.

Table 4. Mobile artifacts from GoToWebinar/GoToMeeting
 표 4. GoToWebinar/GoToMeeting 의 모바일 아티팩트

	Data storage path	data
GoToWebinar	/data/data/com.logmein.gotowebinar /shared_prefs/com.citrix.saas.gototraining.PREFERENCES_API.xml	account information
GoToMeeting	/data/data/com.gotomeeting /shared_prefs/com.gotomeeting.android.PREFERENCES_API.xml	Attended meeting information (meeting organizers, meeting time, meeting name)
	/data/data/com.gotomeeting/databases /RecentMeetings.db	account information

3.3 웹 아티팩트 분석

GoToWebinar 에서 제공하는 웹 페이지는 크게 3 개의 페이지로 구분할 수 있다. 메인 대시보드, 각 회의의 세부 정보를 기록하고 있는 Event 페이지와 전체 회의에 대한 통계를 보여주는 Analytics 페이지가 존재한다.

메인 대시보드 화면은 ‘그림 6’과 같으며, 현재 회의와 지난 회의 목록을 볼 수 있고 대략적인 회의 정보와 회의 영상 리스트가 존재한다. 회의명, 회의 시간, 등록 명수, 참석자, 참석률과 녹화된 회의 영상을 확인할 수 있다.

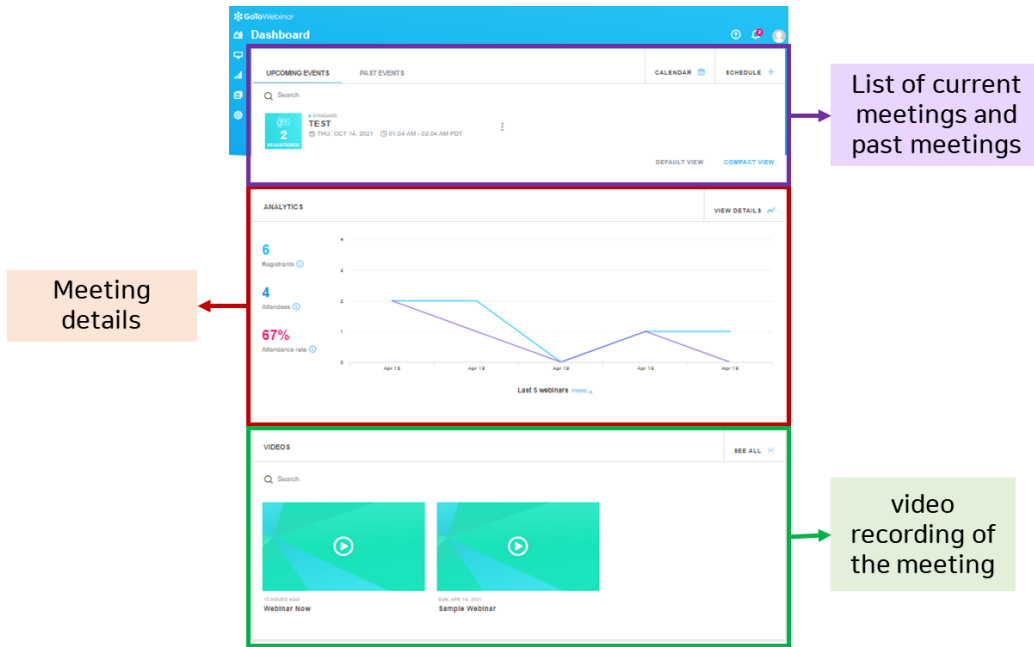


Figure 6. GoToWebinar Web Main Dashboard
 그림 6. GoToWebinar 웹 메인 대시보드

Event 페이지에는 ‘그림 7’과 같이 각 회의에 대한 세부 정보를 확인할 수 있다. 메인 대시보드 보다 좀 더 세분되어 있으며, 회의에 대한 상세 정보를 얻을 수 있다. 회의명과 진행 시간뿐만 아니라, 회의 중에 진행한 투표, 설문조사와 질문 정보를 확인할 수 있으며, 참석자들에 대한 이름, 이메일 주소와 회의 등록 시간에 대한 기록도 저장된다.

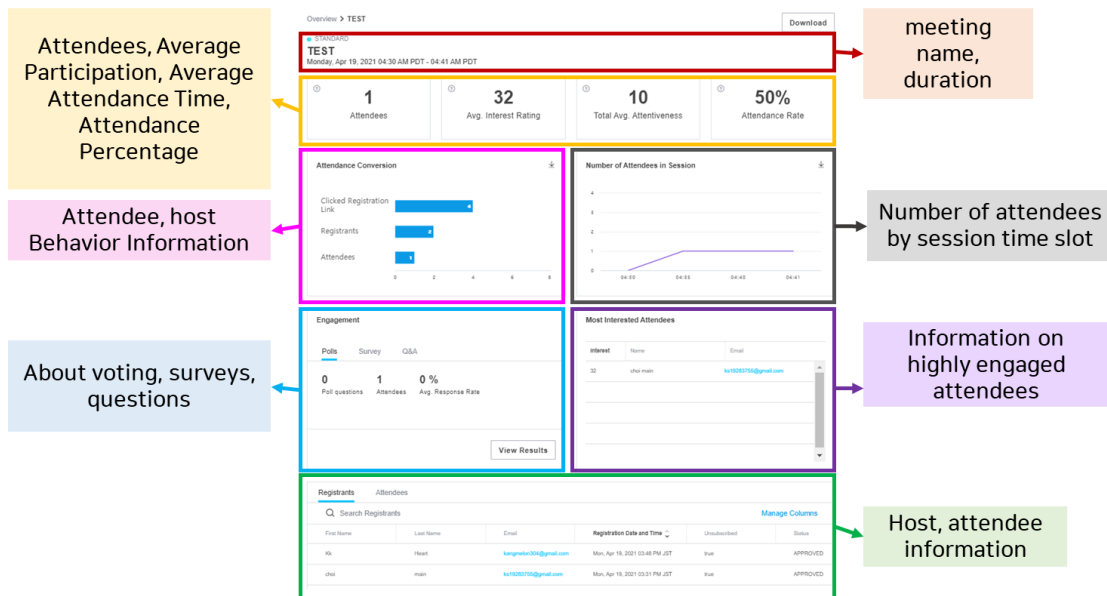


Figure 7. GoToWebinar Web Meeting Information
 그림 7. GoToWebinar 웹 회의 정보

마지막 Analytics 페이지에서는 ‘그림 8’과 같이 전체 회의에 대한 타임라인을 확인할 수 있다. 기간별 등록자와 참여자 수를 알 수 있으며, 각 회의에 대한 회의명, 시간, 등록자 수 등을 시간 순서대로 나열하고 있다.

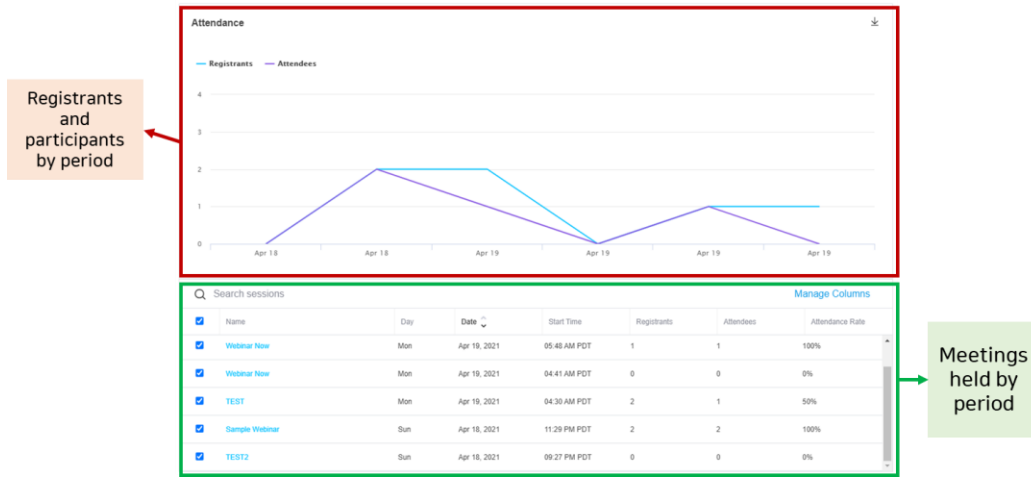


Figure 8. GoToWebinar Meeting Timeline
그림 8. GoToWebinar 회의 타임라인

GoToMeeting 은 ‘그림 9’와 같이 웹 환경에서 제공되는 ‘Hub’ 기능을 통해 지난 회의 기록을 포함한 회의 정보를 확인할 수 있다. 회의명, 회의 ID, 주최자와 참석자의 참여 시간 및 위치 정보를 확인할 수 있다. 또한, 회의 녹화 영상과 회의 중 공유된 콘텐츠를 다운받을 수 있다.

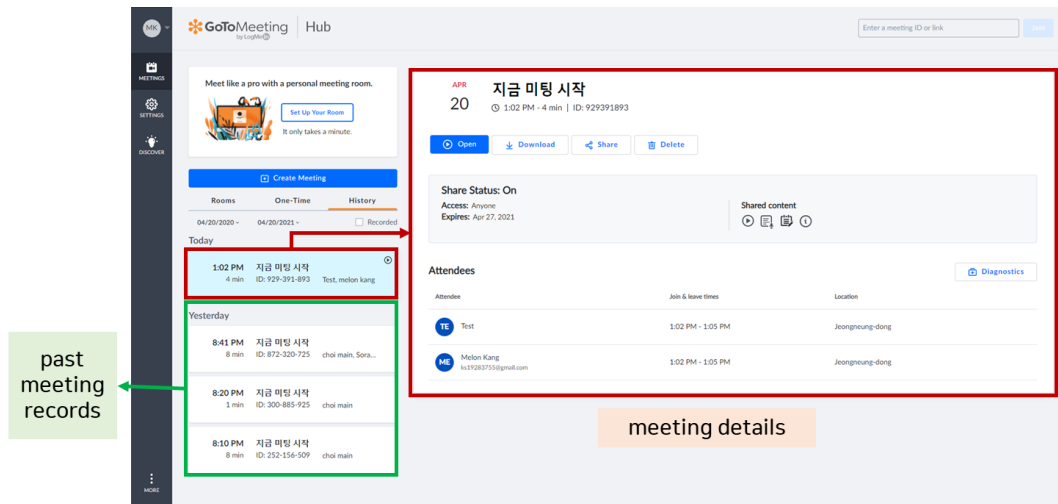
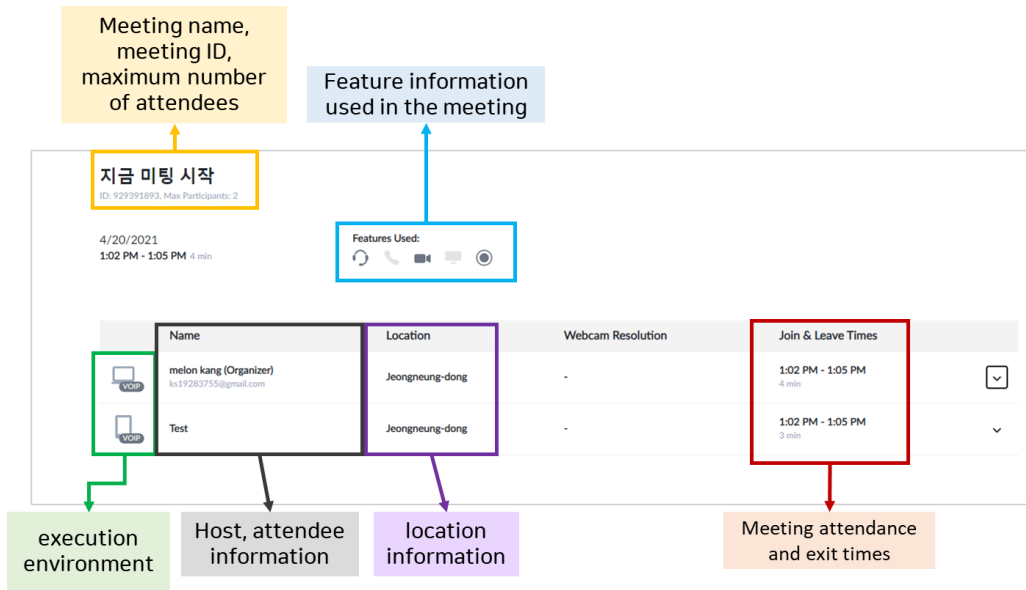


Figure 9. GoToMeeting Web Meeting Information
그림 9. GoToMeeting 웹 회의 정보

‘Hub’에 존재하는 각 회의의 세부 정보는 ‘그림 10’과 같이 Diagnostics 화면을 통해 확인할 수 있다.



그 Figure 10. GoToMeeting Web Meeting Details

그림 10. GoToMeeting 웹 회의 세부 정보

Diagnostics 화면에서는 ‘Hub’에서 획득할 수 있는 정보를 동일하게 알 수 있으며, 참석자에 관한 세부 정보를 확인할 수 있다. 참석자의 참여 환경(데스크톱/모바일) 및 OS 정보, 회의 중 사용한 기능(화면녹화, 화면공유, 웹캠 등) 및 네트워크 연결 정보와 같은 세부 회의 정보를 알 수 있다.

‘표 5’는 GoToWebinar 와 GoToMeeting 의 웹 버전을 사용하여 기록되는 아티팩트를 정리한 것이다.

Table 5. Web artifacts from GoToWebinar/GoToMeeting

표 5. GoToWebinar/GoToMeeting 웹 아티팩트

	GoToWebinar	GoToMeeting
data	name of the meeting, duration of the meeting, meeting setup information, host and attendee information, average time attended, host/attendee ratio, number of attendees by hour during the meeting, meeting recording video, Number of views of recorded video of the meeting	meeting name, meeting ID, Meeting running time (start time, end time, running time), host and attendee information, Participation environment (desktop/mobile) and OS information, functions used during the meeting (screen recording, screen sharing, webcam, etc.), function information used in the meeting, the maximum number of attendees in the meeting, meeting recording video, network connection information

IV. 결론

화상 회의 애플리케이션은 온라인상의 원활한 소통을 위해 자주 사용된다. 화상 회의를 진행하며 채팅, 화면 및 파일 공유 등과 같은 기능을 사용할 수 있으며, 이때 생성된 다양한 데이터는 회의 참여자의 환경에 저장되기도 한다. 해당 데이터는 디지털 포렌식 수사에 활용될 수 있다. 본 논문에서는 화상 회의 애플리케이션인 GoToWebinar 와 GoToMeeting 의 PC, 모바일(Android) 및 웹 환경을 분석하였다. 이를 통해 주요 사용자 아티팩트를 식별하여 정리하였다.

GoToWebinar 는 모바일 환경에서는 회의를 주최할 수 없으며, 이미 개최된 회의에 참석만 가능하다. 따라서 모바일에서는 참석한 회의에 대한 정보만 저장된다. 회의 영상의 경우, PC 환경

에서 회의를 주최한 경우에만 기본으로 저장되며, PC 환경에서 참석자는 주최자로 선정되는 경우에만 회의 영상을 저장할 수 있다.

GoToMeeting 은 PC 와 모바일 환경 모두에서 회의를 개최하고 참석할 수 있다. 이에 따라 저장되는 회의 정보가 다르다. 회의 영상은 PC 환경에서 회의를 주최한 사용자만 저장할 수 있으며, 그 외는 회의 영상을 저장할 수 없다. 회의 화면의 스크린샷을 촬영하는 기능의 경우, 발표자가 모바일인 경우는 불가능하지만, 발표자가 PC 환경인 경우에만 가능하다.

‘표 6’은 GoToWebinar 의 아티팩트를 총 정리한 내용이며, ‘표 7’은 GoToMeeting 의 아티팩트를 총 정리한 것이다. 본 논문의 연구 결과를 통해 GoToWebinar 와 GoToMeeting 의 데이터를 수집하는 데 수사 시간을 단축할 것으로 기대한다.

Table 6. Artifacts by environment and role of GoToWebinar/GoToMeeting
표 6. GoToWebinar 의 환경 및 역할 별 획득 가능한 아티팩트

type		Host (PC)		Host (mobile)		Guest (PC)		Guest (mobile)	
		PC	cloud	PC	cloud	PC	cloud	PC	cloud
hold a meeting	meeting name	X	O			X	X	X	O
	meeting time	X	O			X	X	X	O
	host information	X	O			X	X	X	O
	uest information	X	O			X	O	X	O
conference video		△ [^]	△ [^]			△ [*]	△ [*]	X	X
conference chat (text)		△ [^]	X			△	X	X	X
meeting questions (text)		△	△			△	△	X	X
screenshot		△	△			△	△	△	△
meeting data	file	-	X			△	X	△	X
general chat		-	-			-	-	-	-

O : Auto save △ : Selective save X : No save - : Not supported

*: Can be saved if selected as an host

^: Host is saved as default

Table 7. Artifacts by environment and role of GoToMeeting
 표 7. GoToMeeting 의 환경 및 역할 별 획득 가능한 아티팩트

type		Host (PC)		Host (mobile)		Guest (PC)		Guest (mobile)	
		PC	cloud	PC	cloud	PC	cloud	PC	cloud
hold a meeting	meeting name	X	O	O	O	X	X	O	O
	meeting time	X	O	O	O	X	X	O	O
	host information	O	O	X	O	O	X	O	O
	uest information	X	O	X	O	X	X	X	O
conference video		△*	△*	X	X	X	X	X	X
conference chat (text)		O	X	-	-	O	X	X	X
screenshot		△^	△^	-	-	△^	△^	-	-
meeting data	file	-	-	-	-	-	-	-	-
general chat		-	-	-	-	-	-	-	-

O : Auto save △ : Selective save X : No save - : Not supported
 *: Only host can save
 ^: Not possible if presenter is mobile
 (Available only when the presenter is a PC)

VI. 참고문헌

[1] Guy Campos, “Videoconferencing app usage ‘hits 21 times pre-Covid levels’”, AV Magazine August 5, 2021. Web.10 February 2023.

[2] Yang, T. Y. and Dehghantanha, A. and Choo, K. K. R. and Muda, Z, “Windows instant messaging app forensics: Facebook and Skype as case studies,” PloS one, 11(3), e0150300, Mar. 2016

[3] S. Seo, G. Nam, Y. Kim, C. Lee, (Dec. 2018). Artifacts Analysis of User s Behavior in Korea Random Chat Application. Journal of Digital Forensics. 12(3), pp. 1-7. [online] Available: <https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/sereArticleSearch/ciSereArtiView.kci?sereArticleSearchBean.artiId=ART002430596>

[4] S. Shin, E. Park, S. Kim, J. Kim, (Apr. 2020). Artifacts Analysis of Slack and Discord Messenger in Digital Forensic. Journal of Digital Contents Society. 21(4), pp. 799-809. [online] Available:

- <https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/sereArticleSearch/ciSereArtiView.kci?sereArticleSearchBean.artiId=ART002579074>
- [5] Y. Kim, T. Kwon, (Jun. 2021). On Artifact Analysis for User Behaviors in Collaboration Tools- Using differential forensics for distinct operating environments. 31(3), pp. 353-363. [online] Available: <https://public.thinkonweb.com/journals/jkiisc/digital-library/24694>
- [6] S. Shin, et al. (Jun. 2021). Artifacts Analysis and Data Recovery of Collaboration Tools. 15(2), pp. 99-123. [online] Available: <https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/sereArticleSearch/ciSereArtiView.kci?sereArticleSearchBean.artiId=ART002738772>
- [7] A. Mahr, et al. (Mar. 2021). Zooming into the pandemic! A forensic analysis of the Zoom Application. Forensic Science International: Digital Investigation. 36:301107. [online] Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666281721000019>.
- [8] Z. Khalid, F. Iqbal, F. Kamoun, M. Hussain, L. A. Khan, "Forensic analysis of the Cisco WebEx application," In 2021 5th Cyber Security in Networking Conference (CSNet), IEEE. 2021, pp. 90-97.

저자소개



강수진 (Soojin Kang)

2018년 2월 : 국민대학교 정보보안암호수학과 졸업
 2022년 2월 : 국민대학교 금융정보보안학과 석사
 2022년 3월 ~ 현재 : 국민대학교 금융정보보안학과 박사과정

관심분야 : 디지털 포렌식, 정보보호 등



김기윤 (Giyeon Kim)

2019년 2월 : 국민대학교 정보보안암호수학과 졸업
 2019년 3월 ~ 현재 : 국민대학교 금융정보보안학과 석·박사통합과정

관심분야 : 디지털 포렌식, 암호학 등



이양선 (Yangsun Lee)

2009년 10월 ~ 2012년 2월 : 조선대학교 2단계 BK21 사업팀 연구교수
 2012년 3월 ~ 2021년 2월 : 목원대학교 융합컴퓨터미디어학부 교수
 2021년 3월 ~ 현재 : 한신대학교 컴퓨터공학부 교수

관심분야 : ICT 융합, 사물인터넷통신, 무선통신, 재난안전, 디지털 포렌식 등