

IMS Caliper 개념 및 개발현황 소개

2015. 03. 30

(주)인터코드

발표순서

I. 학습분석 사례와 개념

II. IMS Caliper 개념

III. '14년도 연구 결과

IV. '15년도 연구 계획

1. 학습분석 구현 사례

◉ 미공립대학위원회 American Public University

- 중퇴 위기에 놓인 학생을 예측하여 상담을 통해 학업을 지속할 수 있도록 도움을 제공

◉ Coursera

- HP 펀딩을 통해 컴퓨터가 레포트를 자동 채점하고, 교수의 도움이 필요한 학생을 예측

◉ University of Phoenix

- 과목별로 낙제 위험이 높은 학생을 예측하여 학습코칭과 연결

◉ Rio Salado Community College

- 수업 8일이 경과하면, 어느 학생이 C 또는 그 이상의 학점을 받을 수 있을 지 예측

2. 학습분석 연구 동향

Table 2. Classification of case studies according to the learning settings

Learning setting [*]	Authors & Year (Paper Ref.)
VLEs / LMSs ^a	Lin, Hsieh & Chuang, 2009; Lykourantzou et al., 2009a; Lykourantzou et al., 2009b; Macfadyen & Dawson, 2010; Merceron & Yacef, 2008; Romero et al., 2008; Romero-Zaldivar et al., 2012; Tanes et al., 2011
MOOC/social learning ^b	Clow & Makriyiannis, 2011; Fournier et al., 2011; Kizilcec et al., 2013
Web-based education ^c	Abdous, He & Yen, 2012; Giesbers et al., 2013; He, 2013; Khribi et al., 2009; Li et al., 2011; Romero et al., 2009
Cognitive tutors ^d	Baker et al., 2008; Moridis & Economides, 2009; Pardos et al., 2013; Shih, Koedinger & Scheines, 2008
Computer-based education ^e	Ali et al., 2012; Barla et al., 2010; Blikstein, 2011; Jeong & Biswas, 2008; Levy & Wilensky, 2011; Santos et al., 2012; Thai-Nghe et al., 2011
Multimodality ^f	Worsley & Blikstein, 2013
Mobility ^g	Chen & Chen, 2009; Leong et al., 2012

Note. ^aVLEs/LMSs: controlled environment (VLE/LMS), used for gathering learner and activity data, ^bMOOC/social learning: informal, social learning setting, ^cWeb-based education: web-based e-learning environments except from VLEs, LMSs and MOOCs, ^dCognitive tutors: special software, utilized for the needs of the study, ^eComputer-based education: other environments that include some type of computer technology (e.g. desktop applications, etc.) except from those belonging to one of the other categories, ^fMultimodality: learner data in different modalities, ^gMobility: mobile devices used as the primary learning mediator.

Papamitsiou, Z., & Economides, A. (2014). Learning Analytics and Educational Data Mining in Practice: A Systematic Literature Review of Empirical Evidence. *Educational Technology & Society*, 17 (4), 49–64.

2. 학습분석 연구 동향

Table 3. Classification of case studies according to the analysis method

Data analysis method	Authors & Year (Paper Ref.)
Classification	Baker et al., 2008; Barla et al., 2010; Chen & Chen, 2009; Dejaeger et al., 2012; Dekker et al., 2009; Jeong & Biswas, 2008; Guruler et al. 2010; Guo, 2010; Huang & Fang, 2013; Khribi et al., 2009; Kizilcec et al., 2013; Klašnja-Milićević et al., 2011; Li et al., 2011; Lin et al., 2013; Lykourantzou et al., 2009a; Lykourantzou et al., 2009b; Moridis & Economides, 2009; Pardos et al., 2013; Romero et al., 2008; Thai-Nghe et al., 2011
Clustering	Abdous, He & Yen, 2012; Chen & Chen, 2009; Khribi et al., 2009; Kizilcec et al., 2013; Klašnja-Milićević et al., 2011; Lykourantzou et al., 2009b; Romero et al., 2009
Regression	Abdous, He & Yen, 2012; Macfadyen & Dawson, 2010; Romero-Zaldivar et al., 2012
Text mining	He, 2013; Leong et al., 2012; Lin, Hsieh & Chuang, 2009
Association rule mining	Merceron & Yacef, 2008; Romero et al., 2009
Social Network Analysis	Fournier et al., 2011; Macfadyen & Dawson, 2010
Discovery with models	Ali et al., 2012; Pardos et al., 2013; Shih, Koedinger & Scheines, 2008
Visualization	Clow & Makriyannis, 2011; Fournier et al., 2011; Santos et al., 2012
Statistics	Giesbers et al., 2013; Guo, 2010

Papamitsiou, Z., & Economides, A. (2014). Learning Analytics and Educational Data Mining in Practice: A Systematic Literature Review of Empirical Evidence. Educational Technology & Society, 17 (4), 49–64.

2. 학습분석 연구 동향

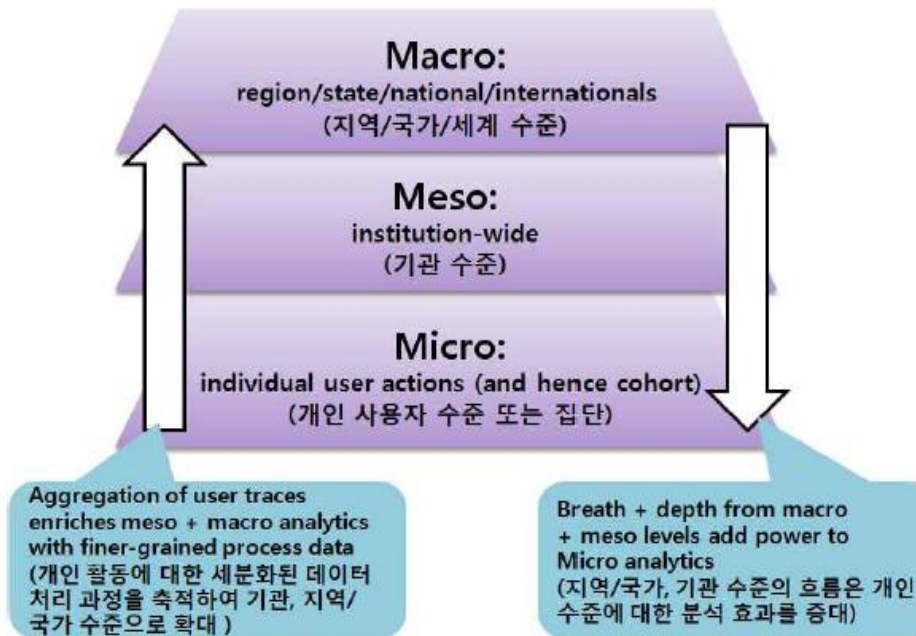
Table 4. Classification of case studies according to the research objectives

Research objectives (goals)	Authors & Year (Paper Ref.)
Student/Student behavior modeling	Abdous, He & Yen, 2012; Baker et al., 2008; Blikstein, 2011; Fournier et al., 2011; He, 2013; Jeong & Biswas, 2008; Kizilcec et al., 2013; Levy & Wilensky, 2011; Li et al., 2011; Pardos et al., 2013; Romero et al., 2008; Shih, Koedinger & Scheines, 2008
Prediction of performance	Abdous, He & Yen, 2012; Huang & Fang, 2013; Lykourantzou et al., 2009b; Macfadyen & Dawson, 2010; Moridis & Economides, 2009; Pardos et al., 2013; Romero et al., 2008; Romero-Zaldivar et al., 2012; Shih, Koedinger & Scheines, 2008; Thai-Nghe et al., 2011
Increase (self-) reflection & (self-) awareness	Ali et al., 2012; Clow and Makriyiannis, 2011; Fournier et al., 2011; Macfadyen & Dawson, 2010; Santos et al., 2012
Prediction of dropout & retention	Dejaeger et al., 2012; Dekker et al., 2009; Giesbers et al., 2013; Guo, 2010; Guruler et al., 2010; Kizilcec et al., 2013; Lykourantzou et al., 2009a
Improve assessment & feedback services	Ali et al., 2012; Barla et al., 2010; Chen & Chen, 2009; Leong et al., 2012; Tanes et al., 2011; Worsley & Blikstein, 2013; Wilson et al., 2011
Recommendation of resources	Khribi et al., 2009; Klačnja-Milićević et al., 2011; Romero et al., 2009; Thai-Nghe et al., 2011; Verbert et al., 2011

Papamitsiou, Z., & Economides, A. (2014). Learning Analytics and Educational Data Mining in Practice: A Systematic Literature Review of Empirical Evidence. *Educational Technology & Society*, 17 (4), 49–64.

3. 학습분석의 목적과 범위

◉ 학습분석의 목적

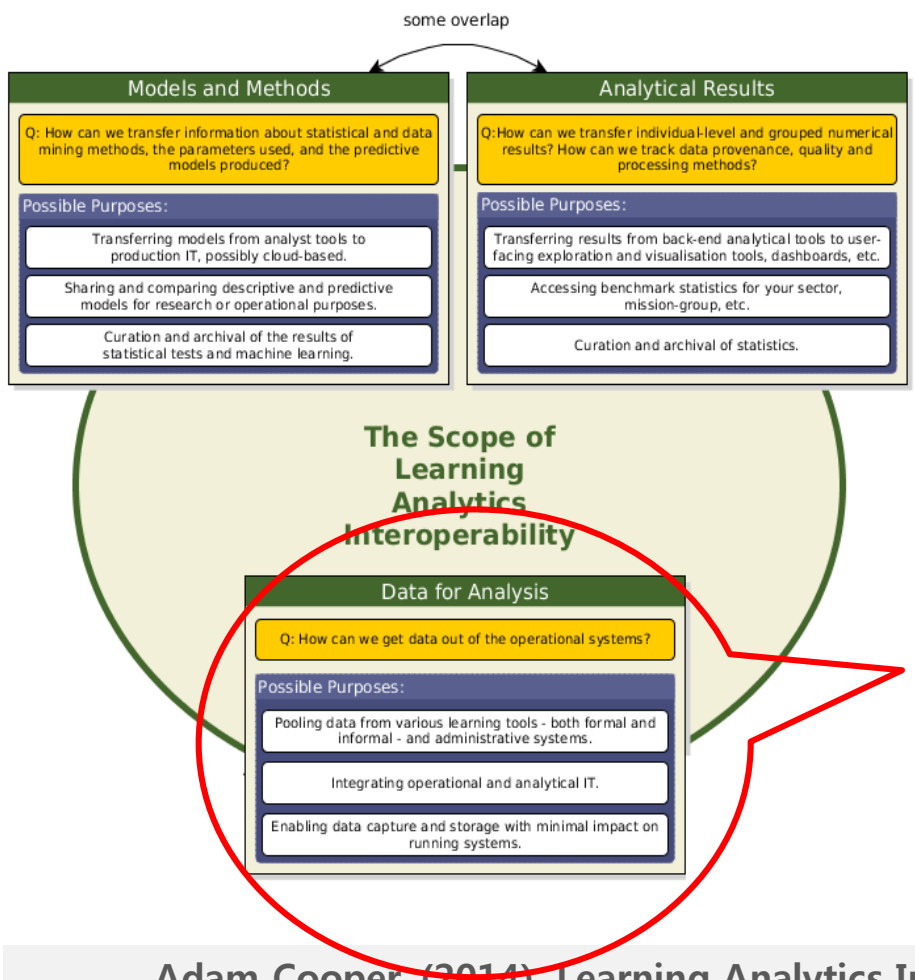


- ◉ 거시적 수준에서는 개인이나 기관 수준의 데이터들을 축적하여 지역, 국가, 세계 수준의 거시적인 분석
- ◉ 중간적 관점에서는 특정 기관이나 조직 수준의 데이터 수집이 필요
- ◉ 미시적 관점에서는 개별 학습자나 학습그룹 수준의 데이터 수집을 대상

Simon Buckingham Shum. (2012). Learning Analytics, UNESCO Policy brief. UNESCO IITE.

3. 학습분석의 목적과 범위

◉ 학습분석의 대상(데이터)



- ◉ 학습관리시스템을 포함한 다양한 학습도구로부터 공식, 비공식적으로 수집할 수 있는 분석을 위한 데이터
- ◉ 교육·학습 운영을 위한 정보기술과 학습분석 기술에서 도출되는 데이터
- ◉ 운영 중인 시스템에 최소한의 영향을 미치면서도 수집과 저장이 가능한 데이터

Adam Cooper. (2014). Learning Analytics Interoperability – The Big Picture in Brief. LACE

3. 학습분석의 목적과 범위

◉ 학습분석의 대상(데이터)



- ◉ 디지털 콘텐츠가 발생시키는 데이터(Learning Content Data)
- ◉ 학습 플랫폼을 통해 발생하는 학습 활동 데이터(Learning Activity Data)
- ◉ 교육기관에서 교육 프로그램 운영 중에 발생하는 데이터(Operational Data)
- ◉ 학습자의 경력과 인맥에 대한 데이터(Career Data)
- ◉ 학습자 또는 교수자의 개인정보 데이터(Profile Data)

IMS Global. (2013). Learning Measurement for Analytics Whitepaper.

발표순서

I. 학습분석 사례와 개념

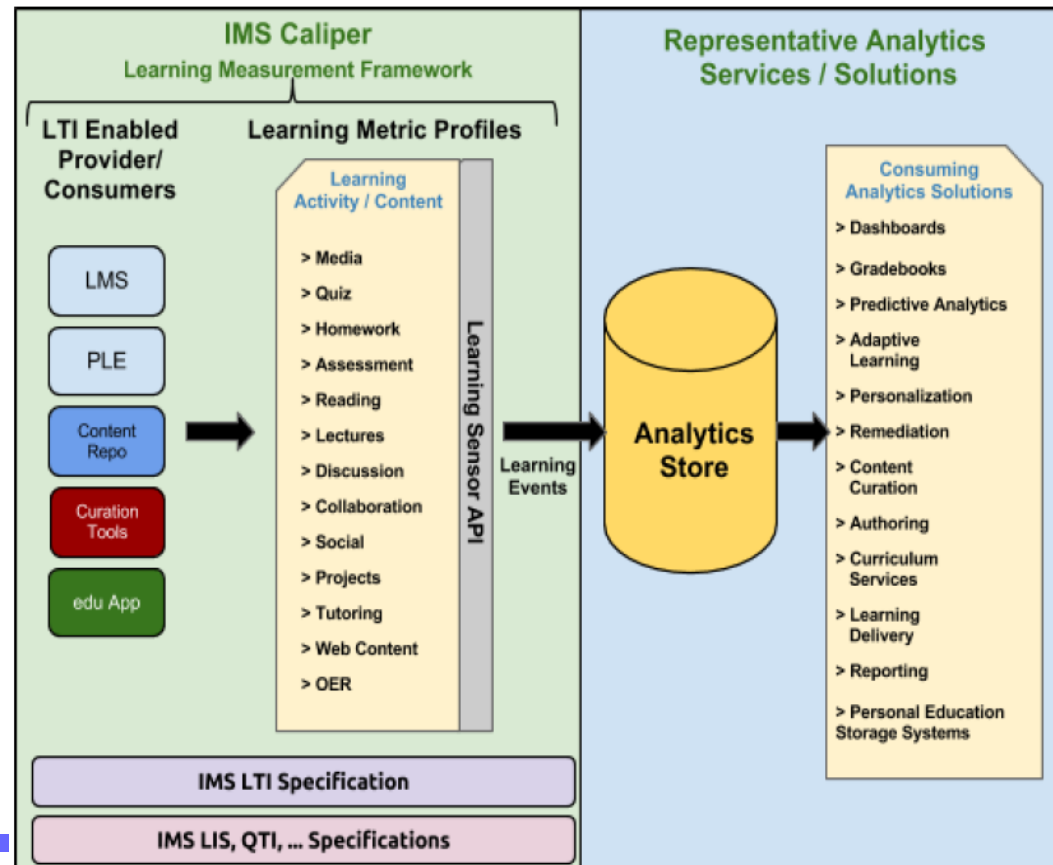
II. IMS Caliper 개념

III. '14년도 연구 결과

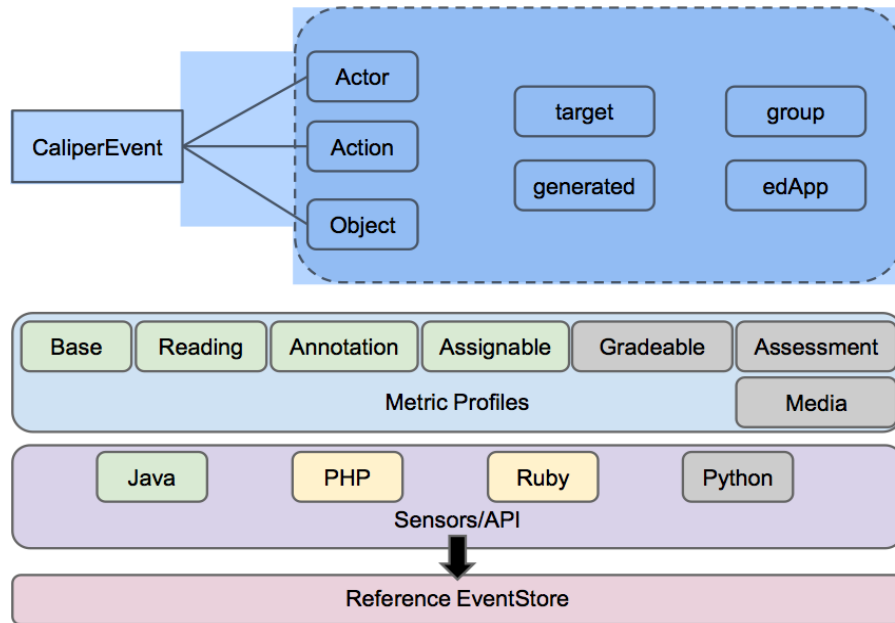
IV. '15년도 연구 계획

1. 개요

- ◉ '14년도 시작, '15 공개 예정
- ◉ 교육분야에서 생산되고 다루는 데이터의 특성과 워크플로우 기반의 학습데이터에 대한 측정 프레임워크 모형(Caliper)을 수립하고 구현하는 것을 목표
- ◉ IMS의 관련 규격과의 유기적 결합을 고려(QTI, LIS, LTI 등)



2. 주요 개념



Caliper Event

- 학습맥락, 학습활동, 학습행위에 대한 정보 모델

Metric Profiles

- 학습활동과 각 학습활동 장르별 학습행위에 초점을 맞춘 유형 목록
- 학습플랫폼에서 교과과정을 기반으로 학습활동을 수행한 데이터, 학습용 소프트웨어 이용 내역 및 파생 데이터 등 학습활동 중에 발생하는 데이터 유형 목록.

Sensors/API

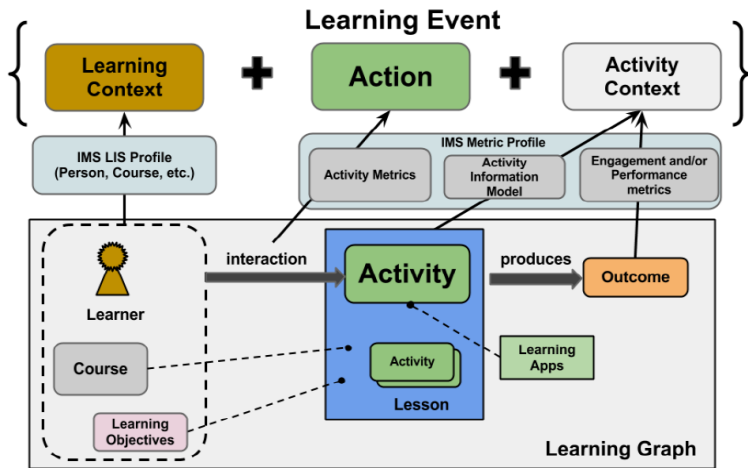
- 센서는 학습소프트웨어에 배포되며, 학습소프트웨어와 Caliper 간의 상호작용과 Caliper Event의 수집을 위한 코드/라이브러리

Event Store

- Sensor에서 전송한 이벤트 데이터를 저장하는 시스템

2. 주요 개념

◉ Caliper Event



◉ 학습맥락(Learning Context)

- 학습과 교육이 일어나는 환경을 지칭
- 과정정보(course), 교수자 정보(instructor), 학습자정보(student), 학습플랫폼 정보(learning platform), 교육프로그램 정보(program), 교육운영기관이나 소속기관(institution) 등

◉ 학습활동(Learning Activities)

- 학습활동은 사전에 정의된 학습경로에 맞춰져 그룹화하거나 순차적으로 제시됨
- 읽기(reading), 동영상시청(video), 문제풀이(quiz), 토론(discussion) 등

◉ 학습행위(Actions)

- 학습과 교육을 진행하는 과정에서 학습맥락의 개체들간에 발생하는 상호작용과 학습활동을 지칭

2. 주요 개념

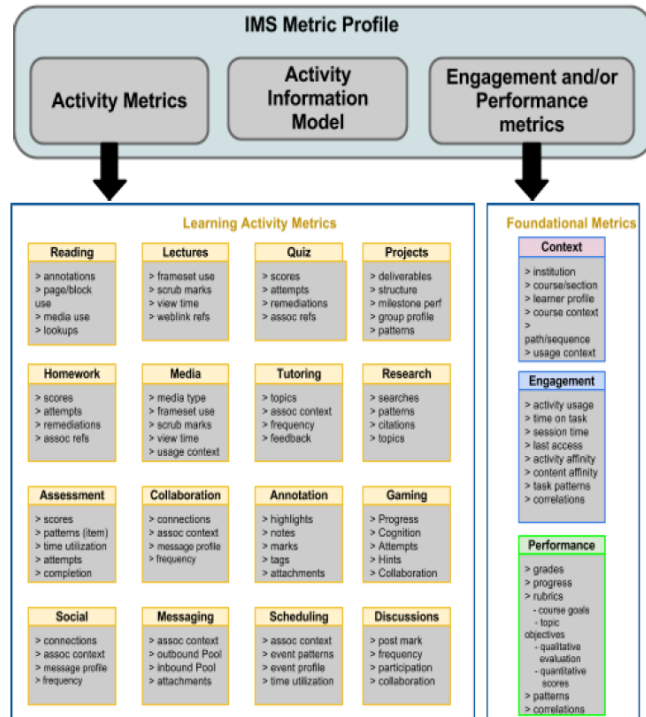
○ Caliper Event

```
{
  "@context": "http://purl.imsglobal.org/ctx/caliper/v1/NavigationEvent",
  "@type": "http://purl.imsglobal.org/caliper/v1/NavigationEvent",
  "actor": {
    "@id": "http://www.intercode.kr/user/user001",
    "@type": "http://purl.imsglobal.org/caliper/v1/lis/Person",
    "name": "tester",
    "properties": {},
    "lastModifiedTime": 1418283997868
  },
  "action": "navigated to",
  "object": {
    "@id": "http://www.intercode.kr/contents/b.html",
    "@type": "http://purl.imsglobal.org/caliper/v1/WebPage",
    "name": "B Section",
    "properties": {},
    "objectType": [],
    "alignedLearningObjective": [],
    "keyword": [],
    "partOf": {},
    "lastModifiedTime": 1418283997868
  },
  "navigatedFrom": {
    "@id": "http://www.intercode.kr/contents/a.html",
    "@type": "http://purl.imsglobal.org/caliper/v1/WebPage",
    "name": "A Section",
    "properties": {},
    "objectType": [],
    "alignedLearningObjective": [],
    "keyword": [],
    "partOf": {},
    "lastModifiedTime": 1418283997868
  },
  "generated": null,
  "edApp": {
    "@id": "http://www.intercode.kr/software/contents-viwer",
    "@type": "http://purl.imsglobal.org/caliper/v1/SoftwareApplication",
    "name": "Contents Viwer",
    "properties": {},
    "lastModifiedTime": 1418283997868
  }
}
```

```
{
  "@context": "http://purl.imsglobal.org/ctx/caliper/v1/ViewEvent",
  "@type": "http://purl.imsglobal.org/caliper/v1/ViewEvent",
  "actor": {
    "@id": "http://www.intercode.kr/user/user001",
    "@type": "http://purl.imsglobal.org/caliper/v1/lis/Person",
    "name": "tester",
    "properties": {},
    "lastModifiedTime": 1418283997868
  },
  "action": "viewed",
  "object": {
    "@id": "http://www.intercode.kr/contents/a.html",
    "@type": "http://purl.imsglobal.org/caliper/v1/Reading",
    "name": "B Section",
    "properties": {},
    "objectType": [],
    "alignedLearningObjective": [],
    "keyword": [],
    "partOf": {},
    "lastModifiedTime": 1418283997868,
    "frame": {
      "@id": "http://www.intercode.kr/contents/a-1.html",
      "@type": "http://purl.imsglobal.org/caliper/v1/Frame",
      "name": "B Section",
      "properties": {},
      "objectType": [],
      "alignedLearningObjective": [],
      "keyword": [],
      "partOf": "http://www.intercode.kr/contents/a.html",
      "lastModifiedTime": 1418283997868,
      "index": 1
    }
  },
  "generated": null,
  "edApp": {
    "@id": "http://www.intercode.kr/software/contents-viwer",
    "@type": "http://purl.imsglobal.org/caliper/v1/SoftwareApplication",
    "name": "Contents Viwer",
    "properties": {},
    "lastModifiedTime": 1418283997868
  },
  "group": {
    "@id": "http://www.intercode.kr/group",
    "@type": "http://purl.imsglobal.org/caliper/v1/Group",
  }
}
```

2. 주요 개념

◉ Metric Profile



◉ Base Metric Profile

- 모든 MP에 적용되는 기본 학습활동 맥락의 데이터 모델을 정의

◉ Engagement MP

- Meta Profile
- 학생의 학습참여를 이벤트 목록형태로 제시

◉ Session MP

◉ Reading MP

◉ Annotation MP

◉ Assignable MP

◉ Outcome MP

◉ Media MP

2. 주요 개념

- ◉ Metric Profile
 - Base MP

Property	Data Type	Description
DigitalResource (Entity)		
partOf	DigitalResource Parent reference	Parent/Referrer Learning Activity containing or linking to this Learning Activity
name	String	Name of Object
objectType	listOf: Assignable, Gradeable, Shareable ...	Type of Object
alignedLearningObjective	listOf: associated learning objectives	Associated Learning Objectives (LOs) as context
keyword	listOf: keywords	Associated Topics as context. List of Strings
lastModifiedTime	long	Last time object was modified
properties	listOf:properties	
Event		
actor	FOAF:Agent (user, system)	Required. Agent that performed action.
action	String	Required. Action performed by Agent
object	Base(Object)	Required Activity context
startedAt	timestamp	Required time in milliseconds
endedAt	timestamp	Time in milliseconds
duration	xsd:duration	
target	Object	Target of action
generated	Object	Object generated as result of action
learningContext		
Navigation Event		
Action	enum	The navigated_to action.
NavigatedFrom	Entity	Describes the resource from which the navigation starts
Target	Object	Describes the destination frame and its location within the content

2. 주요 개념

- ◉ Metric Profile
 - Reading MP

Property	Data Type	Description
Reading Object (DigitalResource)		
Frame	Object	Location or range within the content (page, section,epub cfi)
navigatedFrom	CreativeWork URI	
learningResourceType	String	Type characterizing the learning resource (Presentation, Handout)
timeRequired	String (ISO 8601 duration format)	Typical time it takes to work with this learning resource for the typical target audience
educationalUse	String	Purpose of a work in its educational context (Assignment, Group Work)
version	String	The version of the Creative work embodied by a specific Resource
Frame Object (DigitalResource)		
name	String	The human readable identifier for the location of the frame as is shown to the reader
index	integer	The numeric index of the location relative to sibling locations in the content
View Object (Entity)		
frame	Object	Location or range within the content (page, section,epub cfi)
actor	FOAF:Agent (user, system)	Required. Agent that performed action.
startedAt	timestamp	Required time in milliseconds
endedAt	timestamp	Time in milliseconds
Reading Events (Event)		
View Event (Event)		
Action	enum	The viewed action
Object	Reading	The Object where the view took place.
Target	Reading	The Object that came into view.
Search Event (Event)		
Action	enum	The searched action
Object	Reading	The Object where the view took place.
Target	Thing	Phrase with substring for search term

3. 현황

◉ Sensor API

- Java sensor complete. All other sensor bindings for JS, PHP, Python, Ruby and .NET are aligned with Java

◉ Caliper Event

- Metric Profile implemented model covering: Reading, Assessment, Media, Annotation, Assignable, Outcomes, Engagement (Session, BaseActivity, + selective entities from other MPs)

◉ Conformance Test Framework

- Framework complete
- Caliper Event (Beta aligned) event JSON stream validation

◉ Documentation

- revised version of Implementation guide, best practices
- UML model in process

발표순서

- I. 학습분석 사례와 개념
- II. IMS Caliper 개념
- III. '14년도 연구 결과**
- IV. '15년도 연구 계획

1. MP 정의

◉ IMS Caliper MP 재정의

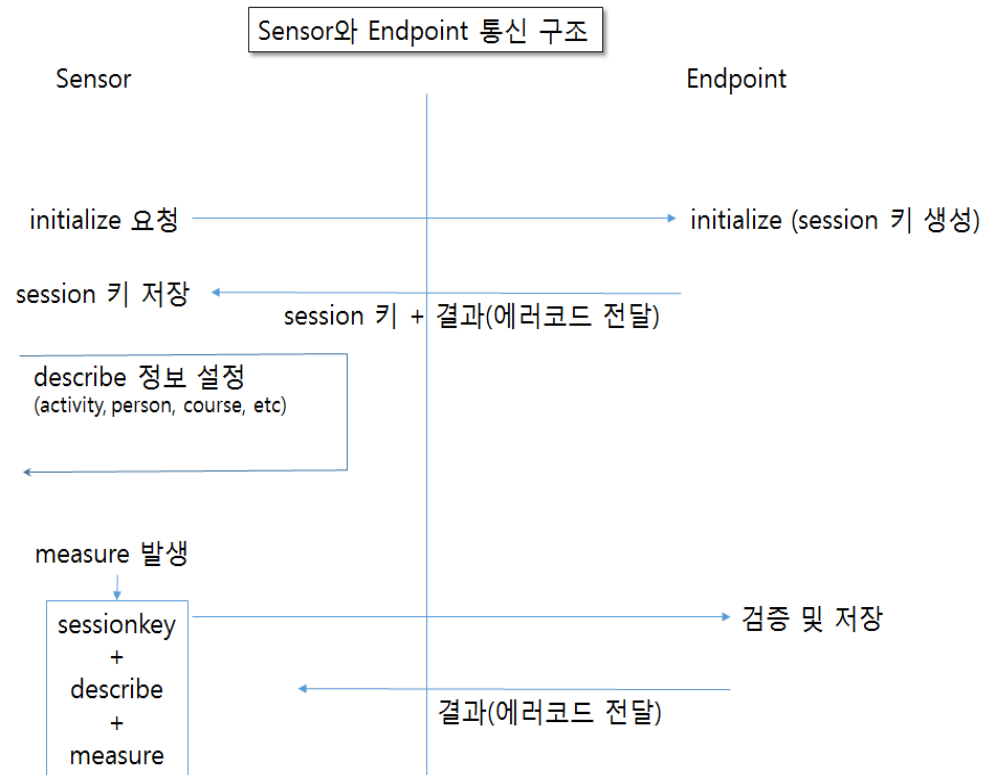
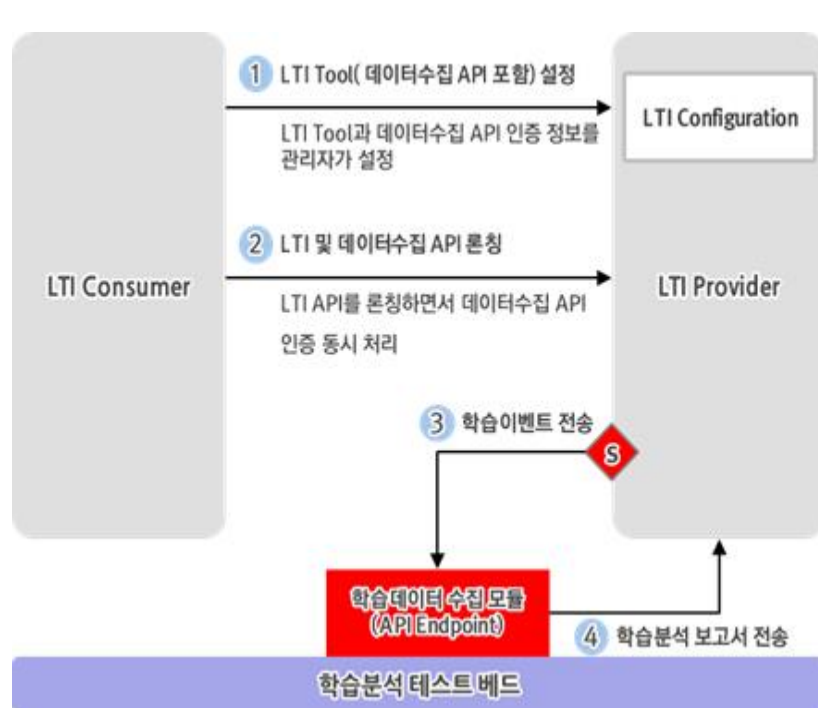
- 장르별 매트릭스 정의에서 이벤트 구문이 표기법에 맞지 않는 경우, 구현 시에 혼란을 줄 수 있는 속성과 정의가 존재하는 경우, 규격서에는 명시되지 않았으나 예제 소스 등에서는 변경 내역들이 존재하는 경우들이 발견
 - (1) 이벤트 구문을 더 단순하고 직관적으로 변경
 - (2) 개발소스 상에서 발견된 변경사항을 규격서에 반영
 - (3) 단순 표기 오류의 정정
- <target> 삭제
- <object>에는 학습활동의 객체정보와 학습매체만을 명시하도록 단순화

1. MP 정의

Caliper Property	변경된 Property	변경사유 및 내용
DigitalResource (Entity)	DigitalResource (Entity)	
partOf	partOf	변경없음
name	name	변경없음
objectType	objectType	변경없음
alignedLearningObjective	alignedLearningObjective	변경없음
keyword	keyword	변경없음
lastModifiedTime	lastModifiedTime	변경없음
properties	properties	변경없음
Event	Event	
actor	actor	변경없음
action	action	변경없음
object	object	변경 / 디지털 자원만을 명시
-	annotation	추가 / bookmark, highlight, tag, shared event에 해당
startedAt	startedAtTime	변경없음
endedAt	endedAtTime	변경없음
duration	duration	변경없음
target	target	삭제
generated	generated	변경 / attempt, result object 2가지 유형으로 확장
learningContext	learningContext	삭제

2. Sensor/API

- Caliper Project의 센서 API 개발 언어와 중복을 피하고, 해당 센서를 사용할 때 개발언어나 시스템 환경에 영향을 받지 않는 방향을 고려하여 자바스크립트로 개발



2. Sensor/API

◉ API 객체

<표 32> 센서 API 객체

객체명	설명
imskorea.Action	Action 데이터 타입이 정의된 객체
imskorea.Caliper	학습 분석을 위한 데이터 수집을 처리하는 객체
imskorea.Context	학습 분석에서 발생하는 Event 데이터 타입이 정의된 객체
imskorea.Entity	학습 분석에서 발생하는 Entity를 정의하는 객체
imskorea.Event	학습 분석에서 발생하는 Event를 정의하는 객체
imskorea.Type	학습 분석에서 사용되는 Entity 데이터 타입이 정의된 객체

<표 34> <imskorea.Entity> 객체의 메소드

메소드	설명
set(String key, String value)	Entity의 속성값을 key/value 형태로 저장한다.
get(String key)	Entity의 속성값을 key 값을 조회하여 value를 리턴한다.
getData()	Entity의 속성값을 JSON 형태로 리턴한다.

<표 33> <imskorea.Caliper> 객체의 메소드

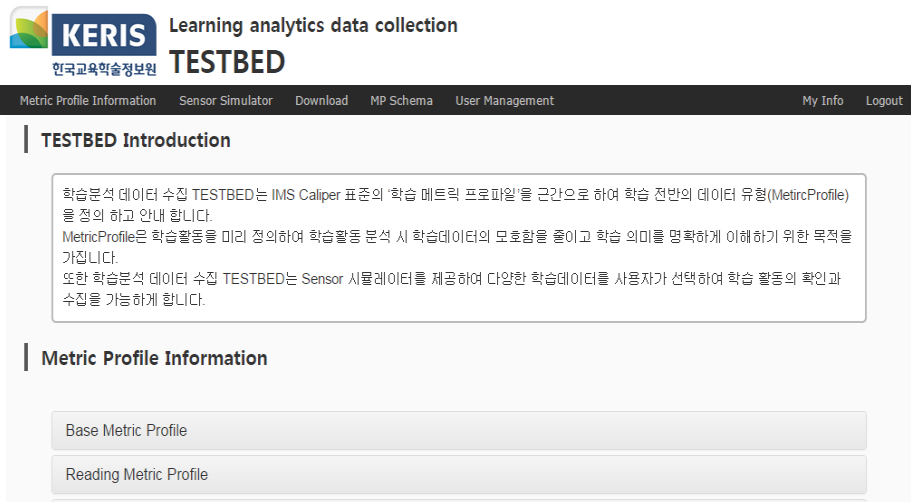
메소드	설명
initialize()	엔드포인트와 통신하기 위한 설정값을 지정하고 설정값 및 서버 상태를 확인한다.
setOptions()	엔드포인트와 통신하기 위한 설정값을 지정한다.
getStatusCode()	엔드포인트의 상태 정보를 조회한다.
describe(entity)	Entity 정보를 엔드포인트에 전송한다.
send(event)	Event 정보를 엔드포인트에 전송한다.

<표 35> <imskorea.Event> 객체의 메소드

메소드	설명
set(String key, String value)	Event의 속성값을 key/value 형태로 저장한다.
get(String key)	Event의 속성값을 key 값을 조회하여 value를 리턴한다.
getData()	Event의 속성값을 JSON 형태로 리턴한다.

3. Endpoint

◉ Endpoint 메뉴 구성



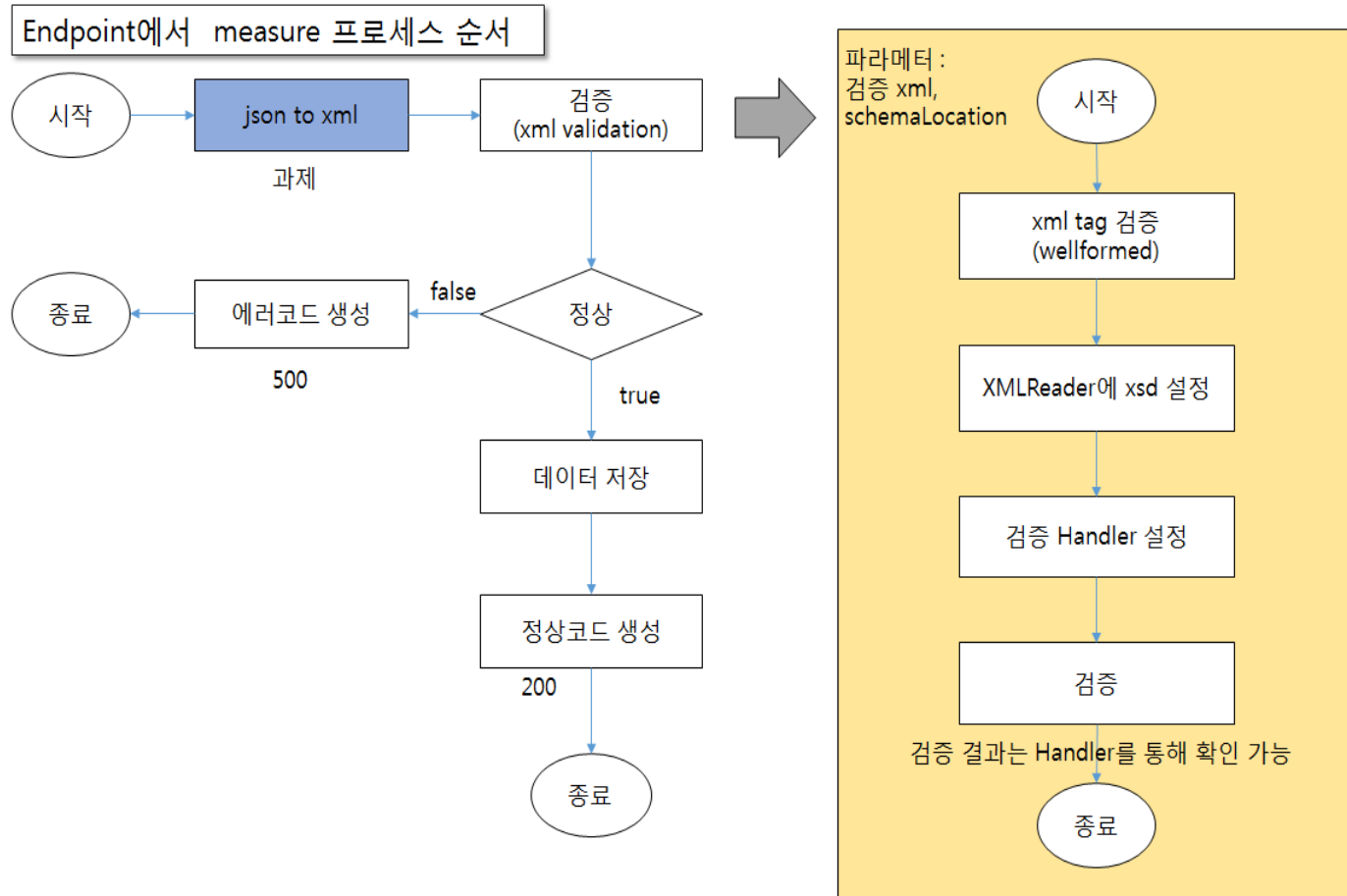
<http://intercode.iptime.org:90/>

<표 42> 엔드포인트 메뉴 구성

메뉴명	설명
Metric Profile Information	학습데이터 메트릭 프로파일에 대한 설명과 JSON 예제, 센서 API 예제 소스를 제공한다.
Sensor Simulator	회원으로 승인된 사용자는 센서 인증키를 발급받고, 자신의 인증키를 통해 센서의 기동, 데이터 구성, 데이터 전송을 할 수 있다. 학습데이터를 구성하고, 구성된 데이터에 대한 JSON 포맷, 센서 API 예제 소스를 함께 확인할 수 있다.
Download	최신 센서 API를 다운로드한다.
MP Schema	센서 API를 통해서 전송된 학습데이터의 적합성을 검증하기 위한 스키마를 관리한다.
User Management	사용자 정보를 관리하고, 신청 회원을 승인처리한다.
My Info	내 정보를 관리한다.
Sign up	신규 회원으로 가입한다. 가입신청 후 운영자 승인을 받아야 권한을 부여받는다.
Login/out	로그인/로그아웃 한다.

3. Endpoint

◉ Event JSON 검증



3. Endpoint

● Sensor Simulator

- 센서의 역할을 대행, 센서 API를 활용하여 학습데이터를 전송하는 것과 동일한 방식으로 학습데이터를 수집할 수 있는 기능



Sensor Simulator

The certification process is complete. Sensor simulator can be tested.

Context

* context: -Select event-
* type: -Select type-

Actor

* id: http://intercode.iptime.org/user/admin
name: Administrator

Action

* action: -Select action-

Object

* id: Please enter id.
* type: -Select type-
name: Please enter name.
keyword: If you use a comma(,) when entering multiple registration is available.

EdApp

id: http://intercode.iptime.org/software/sensor-simulator
name: Sensor API Simulator

Group

organization

id: Please enter id.
name: Please enter name.

courseSection

id: Please enter id.
name: Please enter name.

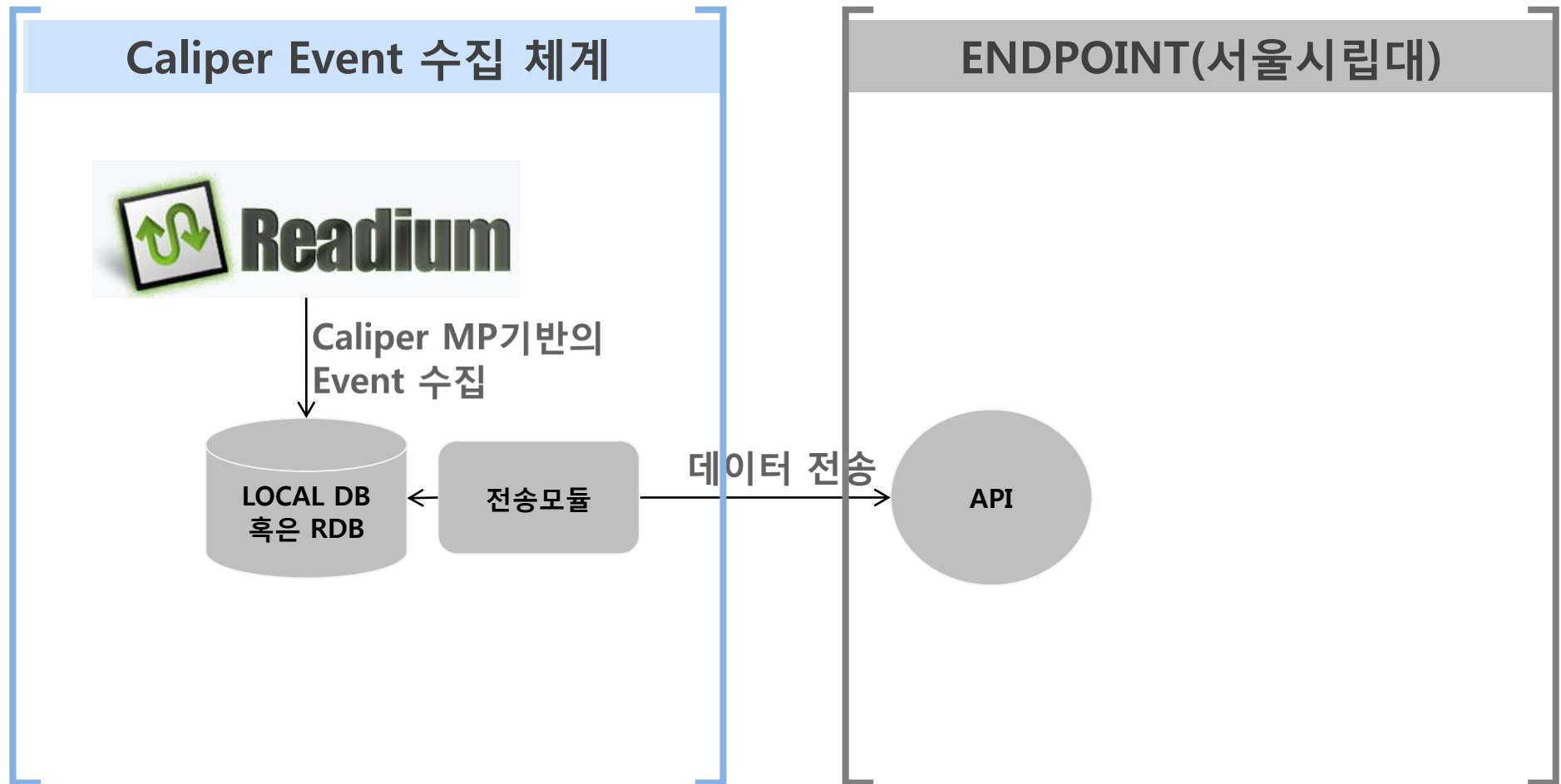
[send\(\)](#) [JSON](#) [Sensor Source](#) [Reset](#)

발표순서

- I. 학습분석 사례와 개념
- II. IMS Caliper 개념
- III. '14년도 연구 결과
- IV. '15년도 연구 계획**

1. 연구 방향

◉ Caliper 기반의 Event 수집



2. 쟁점

- ◉ 연구대상의 중복

- Caliper를 적용한 Radium 사례연구를 IMS에서 '04년부터 진행 중

- ◉ Radium 버전 선택

- Radium SDK의 소스 불안정
- Radium SDK에서는 Caliper 미적용(분석 시간의 부담)

Global Leader for Next Knowledge Service

차세대 지식서비스 글로벌 리더

인터코드는 문제를 분석하고 해결방법을 모색할 때
상식과 관례를 벗어나 ‘새로운 시각과 더 큰 비전’을
찾으려 노력합니다.

교육과 학습, 지식과 커뮤니케이션은 서로 다른 영역이
아니라 공유와 집단지성의 맥락에서 융합된
‘지식 생태계’의 부분들이라는 원칙으로
고객의 서비스를 구축합니다.

감사합니다.