

My Summary Note

최종보고서



사회초년생들
장인수, 신진이, 유정원
이호엽, 박기훈, 박혜련

목차

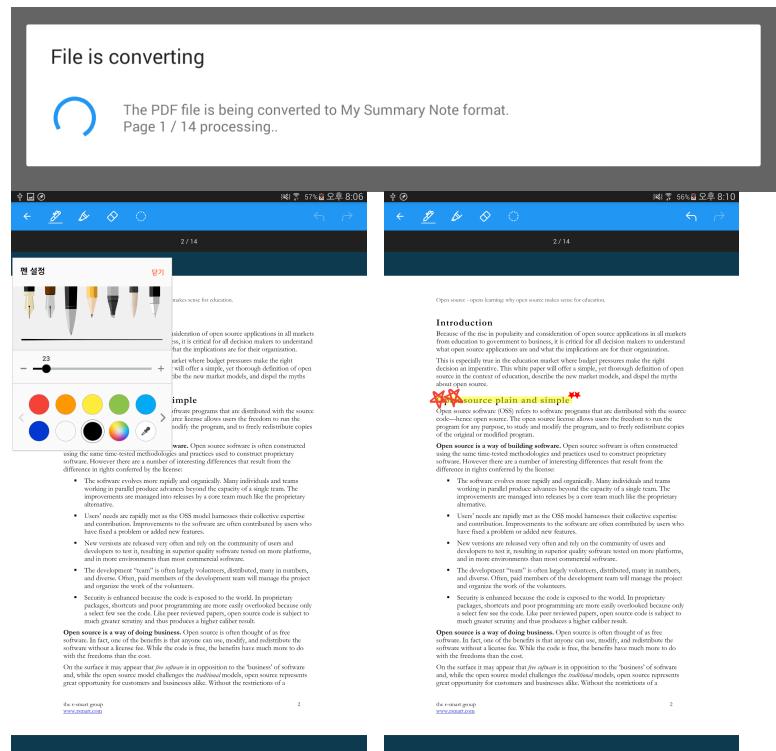
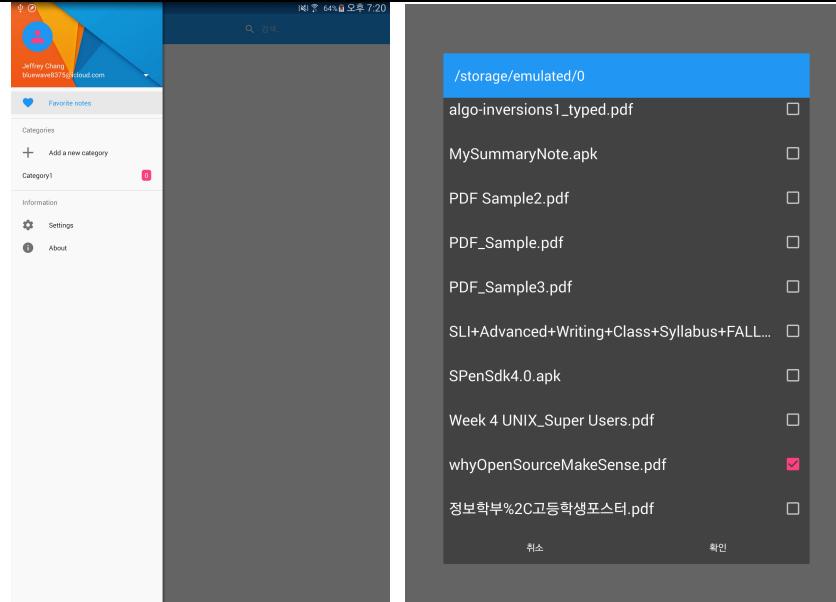
| | |
|---------------------------------|----|
| 1. 과제 개요 | 4 |
| 2. 개발 동기 및 목표 | 7 |
| 2.1. 개발 동기 및 필요성 | 7 |
| 2.2. 개발 목표 | 8 |
| 3. 애플리케이션 개요..... | 11 |
| 4. 애플리케이션 구조..... | 12 |
| 4.1. 전체 구조 개요 | 12 |
| 4.2. PDF list activity | 14 |
| 4.3. PDF viewer activity | 20 |
| 4.4. Summary activity..... | 26 |
| 4.5. Quiz activity | 30 |
| 5. 데이터베이스 디자인..... | 33 |
| 5.1. 카테고리 데이터베이스 | 33 |
| 5.2. PDF 데이터베이스..... | 33 |
| 5.3. PDF 텍스트 데이터베이스..... | 34 |
| 5.4. 사용자 필기 데이터베이스 | 34 |
| 5.5. 데이터베이스 ER 다이어그램 | 34 |
| 6. 개발 환경 | 35 |
| 6.1. 타겟 디바이스 | 35 |
| 6.2. 개발 운영체제 | 35 |
| 6.3. 통합 개발 환경 | 36 |
| 7. 과제 문제 및 해결 방안..... | 38 |
| 7.1. PDF 렌더링 문제 | 38 |
| 7.2. PDF Viewer 제스처 적용 문제 | 39 |
| 7.3. 퀴즈 생성 알고리즘 문제..... | 41 |
| 8. 참고 문헌 | 44 |

1. 과제 개요

| | |
|-----------|--|
| 과제명 | 자동 필기 요약 애플리케이션 My Summary Note |
| 팀 구성원과 역할 | 장인수 프로젝트 일정 관리, 기본 프레임워크 작성, 모듈 부착 및 테스트 |
| | 신진이 PDF 데이터 추출 모듈 작성, 품사 구조 분석 모듈 작성 |
| | 박기훈 PDF 데이터 추출 모듈 작성, 퀴즈 생성 모듈 작성 |
| | 이호엽 S pen 핵심 기능 구현, 제스처 모듈 작성 |
| | 박혜련 S pen 핵심 기능 구현, 제스처 모듈 작성 |
| | 유정원 영어 문장 구조 자문, 융합앱 공모전 참여 |
| 개발 동기 | 태블릿 시장과 e-book 시장의 성장은 PDF 와 같은 여러 컨텐츠들의 접근성을 높이게 되었고, 이러한 이점을 이용한 많은 어플리케이션이 시장에 나와 있다. 기존에 있는 어플리케이션은 PDF 에 필기를 하거나 PDF 를 그림으로 간주하여 이를 잘라 요약하는 기초적인 단계의 요약 기능만을 제공하고 있어 텍스트 검색이나 구조화가 되지 않는다. 요약을 하더라도 추후에 관련 내용을 찾기 위해서는 컴퓨터의 빠른 검색 기능을 사용하지 못하고 직접 모든 요약본을 훑어 봐야 하는 문제점이 존재하기 때문에 우리는 이런 문제점을 해결하고자, 요약된 내용을 통해 많은 컨텐츠를 제한된 시간 내에 효율적으로 정리할 수 있는 My Summary Note 애플리케이션을 제시한다. My Summary Note 는 사용자의 제스처를 인식하여 원하는 내용을 PDF 로부터 추출하고 자동으로 요약 노트에 삽입하는 기능과 컨텐츠의 분류화로 내용을 한눈에 훑어볼 수 있게 하여 짧은 시간 내에 핵심 내용을 이해할 수 있도록 도와줄 것이며, 또한 퀴즈 생성 기능을 통해 공부한 내용을 효과적으로 복습해 볼 수 있게 도와줄 것이다. |
| 과제 해결 과정 | PDF Viewer: 기본적인 PDF Viewer로서 의 기능을 수행하기 위해 Apache PDF Box 오픈 소스 라이브러리를 사용한다. PDF 파일을 가져오는 기능과 PDF 파일 내부 텍스트, 이미지 등의 오브젝트 추출 기능을 위해서 사용된다. 애플리케이션 상에 PDF 를 렌더링하는 문제는 PDFBox 나 알아봤던 다른 후보 라이브러리 상에서 지원을 하지 않았기 때문에, Mozilla 사의 자바스크립트로 작성된 HTML5 용 오픈 소스 라이브러리인 PDF.js 를 이용하였다. 이는 웹에서 작동하므로, PDF 를 임포트할 때 보이지 않는 웹뷰를 생성해 이 웹뷰 안에서 라이브러리를 실행하여 PDF 를 렌더링한 후 결과를 다시 애플리케이션으로 가져와 이미지로 저장하는 방식으로 문제를 해결하였다. 이 과정은 PDFConvertManager 에서 담당하며, 웹뷰와의 통신은 Base64 로 인코딩된 스트링이다. 웹뷰는 렌더링된 이미지를 Base64 로 인코딩하여 매니저로 보내고, 매니저는 이를 다시 디코딩하여 파일로 저장한다. Note: 기본적인 노트 애플리케이션으로써의 e-book 에서의 사용자 필기 기능 및 요약노트 생성 기능, 각종 제스처 기능을 구현하기 위해서 Samsung Pen SDK 를 사용한다. |

Quiz: 퀴즈 생성을 위한 입력 문장 가공을 위하여, Apache 의 OpenNLP 라는 언어 프로세싱 라이브러리를 사용한다. 문장 성분을 분석하여 be 동사를 제외한 동사와 명사에 해당되는 어절을 확률적으로 빙간으로 처리하는 데에 사용한다. 문장 성분 분석에 사용되는 모델 파일 로딩이 다소 오래 걸리는 문제는 애플리케이션 실행 시에 멀티쓰레딩을 이용하여 미리 로딩한 뒤 퀴즈 생성 시마다 재사용 하는 방식으로 해결하였다.

대표적 결과물



The image shows two screenshots of a mobile application. The top screenshot is a summary page titled 'Summary of whyOpenSourceMakeSense' with a progress bar at 0%. It includes sections on 'Introduction', 'Open source plain and simple', and 'Comparison to proprietary software'. The bottom screenshot is a quiz page titled 'Quiz' with a question about open source. A handwriting note 'It's important!' is overlaid on the quiz screen.

← Summary of whyOpenSourceMakeSense 0% CREATE QUIZ

Introduction

rise in popularity and consideration of open source applications
Open source software (OSS) refers to software programs that are distributed with the source code—hence open source.

Open source plain and simple

Open source is a way of building software.
time-tested methodologies
Security is enhanced because the code is exposed to the world.
Open source is a way of doing business.
core competencies and available resources,
The principles of open source software—freedom to run the program for any purpose,
open source software is an alternative to proprietary software,

Comparison to proprietary software

The open source license corrects the balance of power between producers and consumers
Access to the source code is about freedom and choice.
Consumers have greater choice and market forces drive competition

View handwriting

It's important!

← Quiz SHOW ANSWER

Q. _____ is enhanced because the code is exposed to the _____

Q. open _____ software is an _____ to proprietary _____

Q. open _____ license corrects the balance of _____ between _____ and _____

Q. _____ source is changing the _____ of the _____ business in many _____

Q. Strong cultural _____ of open source in _____

Q. the cultural _____ in _____ represents the _____ point'

Q. the _____ of the cultural _____ between academia and open _____ are common

Q. _____ and _____ are also _____ to some of the best _____ engineers in the world.

2. 개발 동기 및 목표

2.1. 개발 동기 및 필요성

2014년 한국인터넷진흥원이 조사한 자료에 의하면 그림 1과 같이 태블릿 시장은 2012년 출시 이후 매년 28%씩 성장하고 있으며, 2015년에는 글로벌 PC&TV 시장을 추월할 것으로 보고 있다¹. 태블릿 보급의 확대로 태블릿은 더 이상 사용자에게 날선 기기가 아니게 되었다. 또한 2015년 Apple 사에서 아이패드 프로를 출시하면서 시장의 확대를 예고하고 있다.

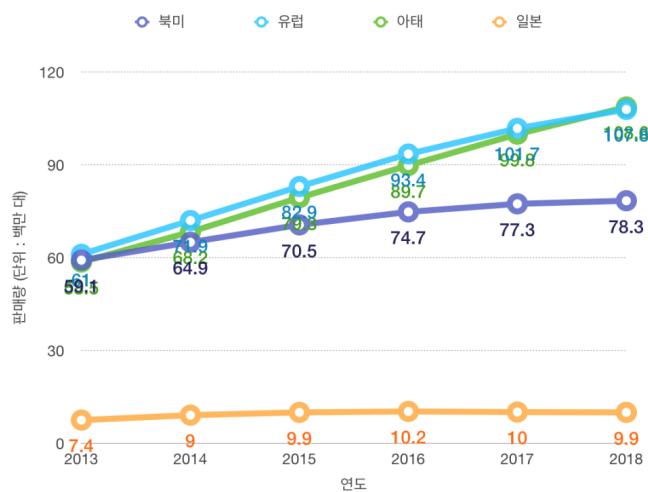


그림 1 2018년까지 전세계 태블릿의 연간 출하량 예상

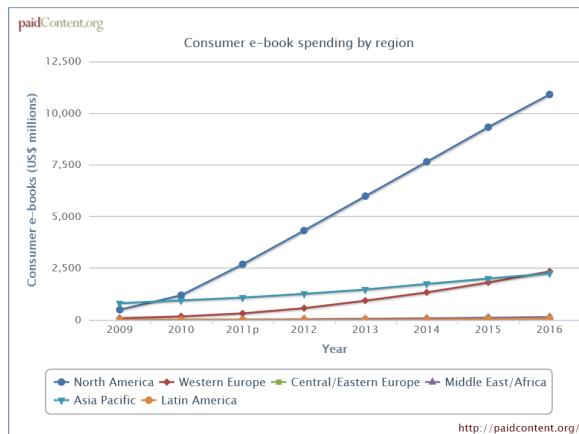


그림 2 e-book 시장의 분류별 비중²

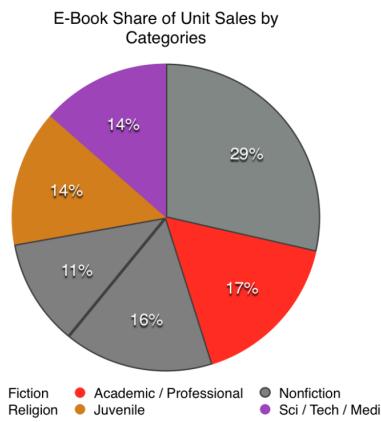


그림 3 전세계 e-book 컨텐츠 소비량 추이³

마찬가지로 태블릿 시장의 성장과 더불어 e-book 시장의 규모도 그림 2와 같이 매년 증가하고 있고, 그림 3에서 알 수 있듯이 교육용 e-book이 차지하는 비중은 약 50% 가량에 육박한다.

태블릿의 큰 화면은 e-book이나 PDF와 같은 여러 컨텐츠의 접근성을 높이게 되었고, 이러한 이점을 이용한 많은 애플리케이션이 시장에 나와 있다. GoodNotes, Summary Pro, OneNote 등의 애플리케이션은 태블릿을 사용해 e-book이나 PDF를 보고 사용자 컨텐츠를 생산할 수 있게

도와주는 유용한 도구이다. 하지만 이런 컨텐츠의 양이 늘어남에 따라 컨텐츠를 한눈에 보기 어려워졌다. 이러한 문제점을 극복하고자 사람들은 요약을 통해 핵심 내용을 짧은 시간 내에 볼 수 있는 방법을 주로 택한다.

그러나 앞서 서술한 애플리케이션은 PDF에 필기를 하거나 PDF를 그림으로 간주하여 이를 잘라 요약하는 기초적인 단계의 요약 기능만을 제공하고 있는 반면 텍스트 검색이나 구조화 기능은 제공하지 않는다. 다시 말해, 요약을 하더라도 추후에 관련 내용을 찾기 위해서는 컴퓨터의 빠른 검색 기능을 사용하지 못하고 직접 모든 요약 파일을 훑어 봐야 하는 문제점이 존재한다. 이런 문제점을 해결하고자 My Summary Note 애플리케이션을 제시한다. My Summary Note는 사용자가 요약을 위해 취한 제스처를 인식하고 해당 위치에 있는 PDF의 데이터를 추출하여 이를 자동으로 요약 노트에 삽입하는 기능을 제공하고 e-book과 PDF의 전체 구조를 빠르게 훑어볼 수 있게 함으로서, 짧은 시간 내에 핵심 내용을 이해할 수 있도록 도와줄 것이다.

2.2. 개발 목표

우리가 만들고자 하는 My Summary Note는 현재 널리 이용되고 있는 다른 노트 애플리케이션들과 기능적인 측면에서 차별성을 가지는 새로운 노트의 패러다임이 되는 것을 목표로 한다. 기존의 노트 애플리케이션의 경우, 단순히 사용자가 필기한 내용을 저장해주는 기능에 그쳤고 저장된 내용을 자동으로 분류하거나 요약해주는 역할은 수행하지 못했다.⁴⁵ 노트를 분류해주는 풀더 기능은 있었지만 사용자가 수동으로 설정해야 한다는 번거로움이 있어서 실제로 기능을 이용하지 않는 사용자의 비율이 높았다. My Summary Note는 저장된 필기 내용의 키워드를 분석하여 자동 분류 기능을 지원해주는 것을 목표로 한다.

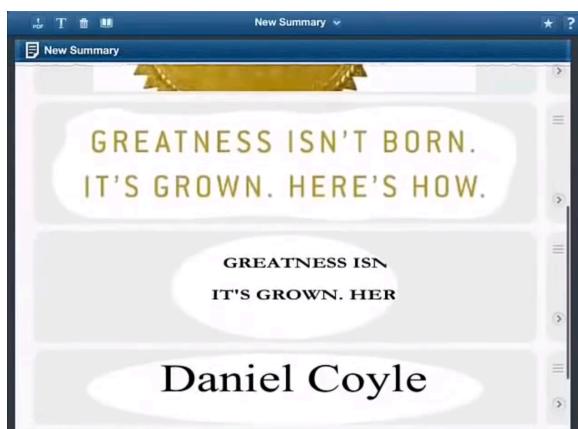


그림 4 Summary Pro의 캡쳐 이미지 나열 기능

또한, 기존에 있던 요약 애플리케이션의 경우 그림 4처럼 PDF를 자른 후 모아서 저장하는 기능은 있었지만 텍스트를 그림으로 저장하면 그 내용을 검색, 인식을 할 수 없다는 단점이 있었다.⁴⁶ 이를 보완하여 'My Summary Note'는 PDF 파일에 있는 텍스트를 그림 파일로 변환하지 않고 파일 형식을 그대로 유지함으로써 다양한 텍스트 관련 기능을 제공할 수 있도록 할 것이고, 그 외에도 오브젝트들의 파일 형식을 인식하여 그에 따라 적용되는 기능이 구분되도록 구현할 것이다.

사용자가 직접 요약하는 대신 자동 요약 기능을 사용하면 효율은 증가하지만, 학습 능력이 떨어질 수 있다. 그래서 My Summary Note는 사용자의 요약 노트에 저장된 내용을 기반으로 객관식, 서술형

등 다양한 유형의 퀴즈를 생성할 수 있는 기능을 제공함으로서 위와 같은 단점을 보완하려고 한다.
이를 요약하면 다음 표와 같다.

표 1 경쟁 애플리케이션과의 기능 비교

| | OneNote | Evernote | Summary Pro | My Summary Note |
|----------------|---------|----------|-------------|-----------------|
| 주석 및 필기 기능 | ○ | ○ | × | ○ |
| 이미지 첨가 기능 | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 노트 별 섹션 관리 기능 | ○ | ○ | ○ | ○ |
| PDF 오브젝트 포맷 인식 | × | ○ | × | △ |
| 제스처 인식 | ○ | ○ | × | ○ |
| 요약 기능 | × | △ | △ | ○ |
| 요약 관련 내용 연결 기능 | × | ○ | ○ | ○ |
| 퀴즈 생성 기능 | × | × | × | ○ |

○로 표시한 항목은 해당 기능을 가지고 있는 것을 의미하고, ×는 기능 부재를 뜻한다. △는 부분적으로 기능을 지원한 경우를 나타낸다.

제스처 인식 기능, 요약 노트 기능, 퀴즈 생성 기능은 다른 애플리케이션과 차별되는 기능들이다.

2.2.1. 제스처 인식 기능

Open source plain and simple

Open source software (OSS) refers to software programs that are distributed with the source code—hence open source. The open source license allows users the freedom to run the program for any purpose, to study and modify the program, and to freely redistribute copies of the original or modified program.

 **Open source is a way of building software.** Open source software is often constructed using the same time-tested methodologies and practices used to construct proprietary software. However there are a number of interesting differences that result from the difference in rights conferred by the license:

- **The software evolves more rapidly and organically.** Many individuals and teams working in parallel produce advances beyond the capacity of a single team. The improvements are managed into releases by a core team much like the proprietary  native.

 **Users' needs are rapidly met** as the OSS model harnesses their collective expertise and contribution. Improvements to the software are often contributed by users who have fixed a problem or added new features.

그림 5 사용자의 별 모양 제스처를 인식하여 중요도를 설정한 모습

사용자가 형광펜을 그은 텍스트에 보다 강조를 하기 위해 그림 5 와 같이 펜으로 별 모양을 그리면, 저장된 별 모양 데이터를 기반으로 제스처를 인식하도록 구현할 계획이다. 별 모양 제스처가 인식되면 해당 텍스트 부분의 중요도가 올라가도록 하고, 텍스트 우측 상단에 별 표시가 생김으로써 이를 사용자에게 확인시켜줌과 동시에 강조 효과를 높일 것이다.

2.2.2. 요약 노트 기능

The screenshot shows a digital note-taking interface. At the top, there's a blue header bar with the text '← Summary of whyOpenSourceMakeSense' on the left, 'Priority filter 0 ▾' in the center, and 'CREATE QUIZ' on the right. Below the header, the main content area has two sections:

- Open source plain and simple**: This section contains a list of statements:
 - Open source is a way of building software.
 - The software evolves more rapidly and organically.
 - Go to PDF location
 - Very often and rely on the community of users
 - Security is enhanced because the code is exposed to the world.
- The open source movement in higher education**: This section features the logo for DSpace (), the URL 'www.dspace.org', and the text 'Partially funded by the Mellon foundation'.

그림 6 요약 노트 기능: 글과 그림을 섹션별로 정리한 모습

사용자가 PDF 문서로 학습을 하면서 형광펜, 별 표로 텍스트를 강조하거나, 중요하다고 생각하는 이미지를 올가미로 선택하면 선택된 데이터들이 수집되어 해당 문서의 요약 노트로 생성되도록 할 계획이다. 계획한 UI는 그림 6 과 같이, 문서의 섹션 별로 강조된 텍스트 및 이미지들을 분류하고 중요도, 주석 표시를 보여주는 것이다.

2.2.3. 퀴즈 기능

The screenshot shows a quiz interface with a blue header bar containing a back arrow, the word 'Quiz', and a 'HIDE ANSWER' button. Below the header, there are four questions listed:

- Q. _____ is enhanced because the code is exposed to the _____
A. **Security** is enhanced because the code is exposed to the **world**.
- Q. open _____ software is an _____ to proprietary _____
A. open **source** software is an **alternative** to proprietary **software**,
- Q. open _____ license corrects the balance of _____ between _____ and _____
A. open **source** license corrects the balance of **power** between **producers** and **consumers**
- Q. _____ source is changing the _____ of the _____ business in many _____
A. **Open** source is changing the **nature** of the **software** business in many **settings**,

그림 7 퀴즈 및 정답 보기 기능

요약 노트 생성 후, 사용자는 퀴즈 기능을 이용하여 학습의 효율을 더욱 증대시킬 수 있다. 그림 7처럼 문장에 알고리즘을 적용시켜 중요한 단어를 빈칸 처리한다. 사용자는 빈칸에 자신의 정답을 입력할 수 있고 정답 보기 기능을 통해 그림 7 과 같이 정답을 확인한다. 정답에 해당되는 단어를 파란색으로 달리하여 사용자가 더욱 효율적으로 답을 채점할 수 있다.

3. 애플리케이션 개요

My Summary Note 는 학습의 효율성을 증대하기 위해 자동 요약 기능을 지원하는 노트 애플리케이션이다.

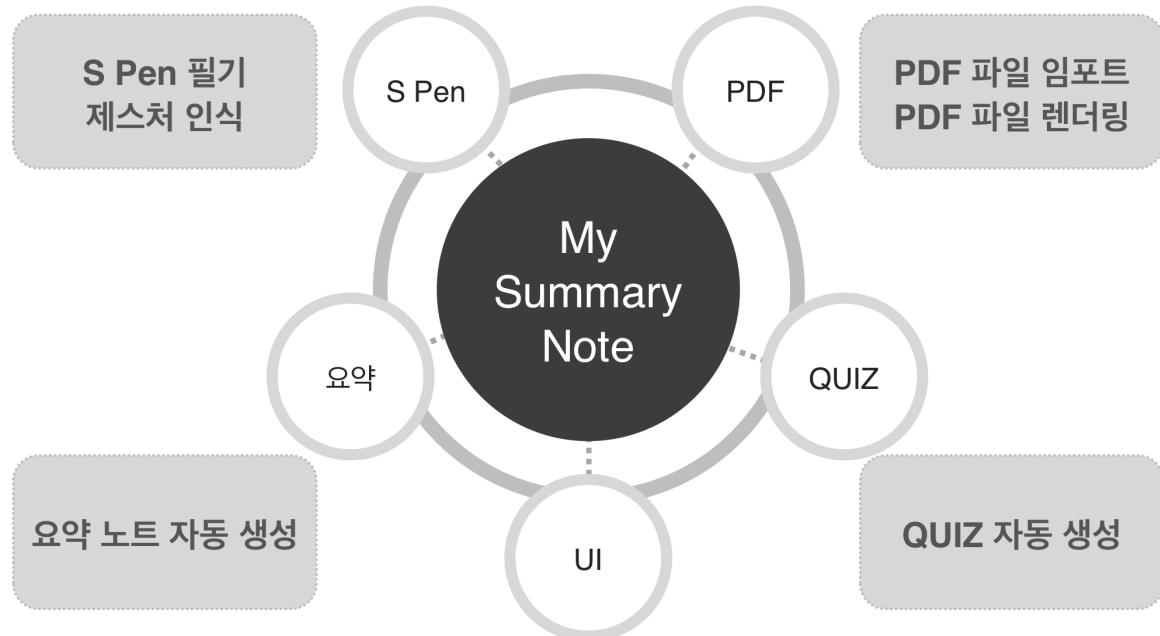


그림 8 My Summary Note 개요

My Summary Note 애플리케이션의 기능은 그림 8 과 같이 크게 5 가지 부분으로 구성된다.

우선 S pen 을 통한 필기를 가능하게 하고 사용자가 그리는 제스처를 인식하여 중요도를 부여하는 기능이 My Summary Note 에 특색을 부여하는 기능이라고 할 수 있다. 이와 같은 기능을 위해 My Summary Note 애플리케이션 내에 S pen 필기 및 제스처 인식 기능을 구현하였으며, S pen 이 있어야 My Summary Note 의 모든 기능을 제대로 이용하는 것이 가능하다.

그리고 My Summary Note 가 필기 및 요약 대상으로 하는 문서는 PDF 파일이므로, PDF 파일을 임포트하고 렌더링하는 것도 기본적으로 중요한 기능이다. PDF 파일을 임포트하게 되면 해당 파일의 데이터를 My Summary Note 에 맞는 형식으로 변환하여 데이터베이스에 저장함과 동시에 화면에 보여준다.

요약 기능은 My Summary Note 의 가장 핵심적인 기능이라고 볼 수 있는 부분이다. PDF 형태의 학습 자료를 가져온 후 S Pen 을 사용하여 필기를 하며 학습하는 과정에서, 사용자가 중요도를 부여하는 텍스트들은 요약 노트에 정리되는 원리이다. My Summary Note 의 사용자가 학습을 마치고 해당 PDF 문서의 Summary View 로 들어가면, 문서 내의 텍스트들에 대한 중요도 데이터를 기반으로 하여 사용자를 위한 요약 노트가 자동으로 생성된다.

퀴즈 자동 생성 기능은 요약 노트 내의 데이터 중에서 사용자가 선택한 텍스트를 기반으로, 영단어의 품사에 따라 다른 확률로 퀴즈를 생성한다.

4. 애플리케이션 구조

4.1. 전체 구조 개요

My Summary Note 는 PDF list 액티비티, PDF viewer 액티비티, Summary 액티비티, Quiz 액티비티로 크게 4 개의 액티비티와 각 액티비티에서 공통적으로 사용하는 카테고리, PDF 등과 PDF 변환, S pen, 퀴즈 생성 등 전문적인 역할을 수행하는 7 개의 매니저로 구성되어 있다. 전체 액티비티 흐름도는 그림 9 와 같다.

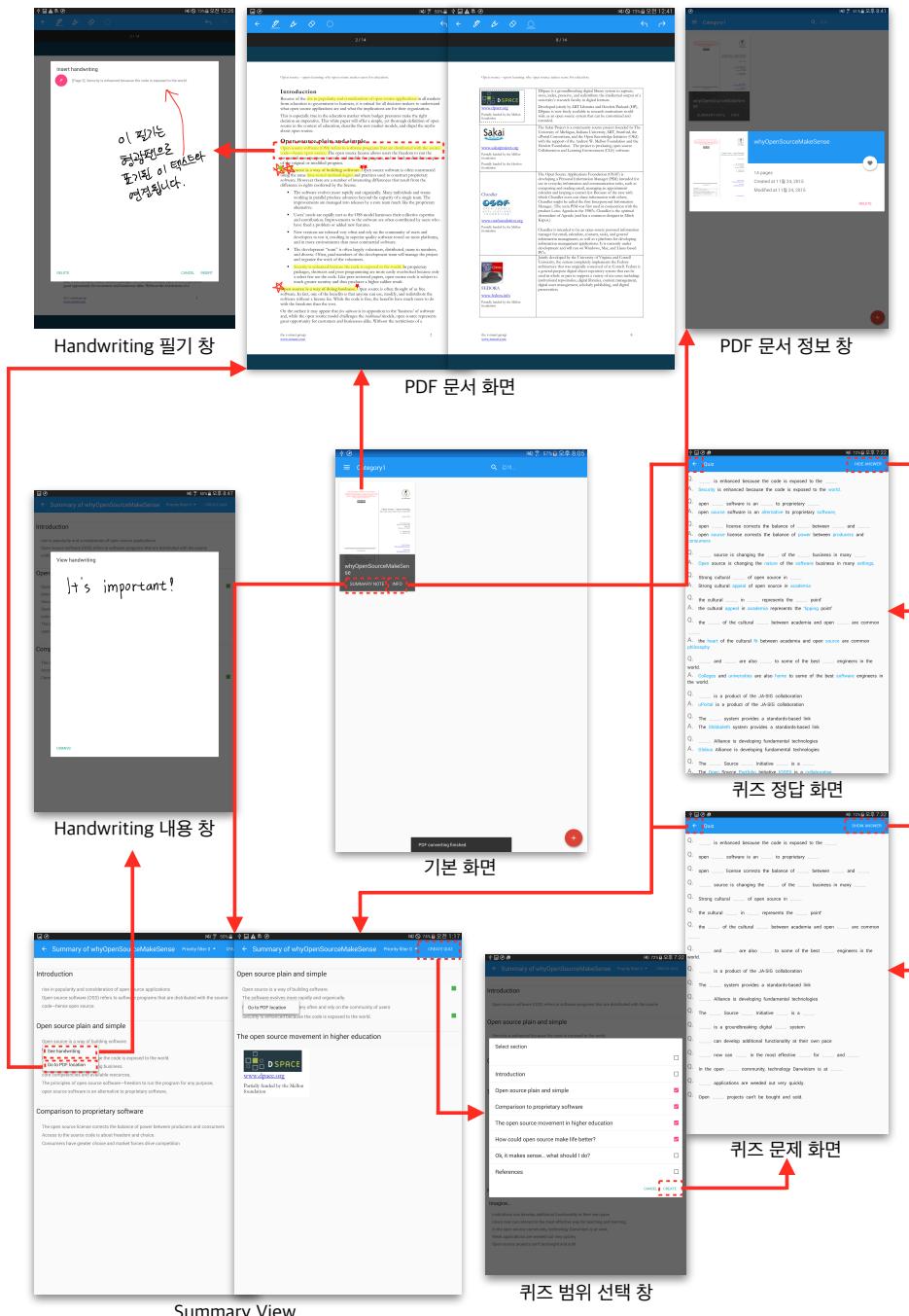


그림 9 My Summary Note 전체 액티비티 흐름도

액티비티와 매니저를 다이어그램으로 표시하면 그림 10 과 같다.

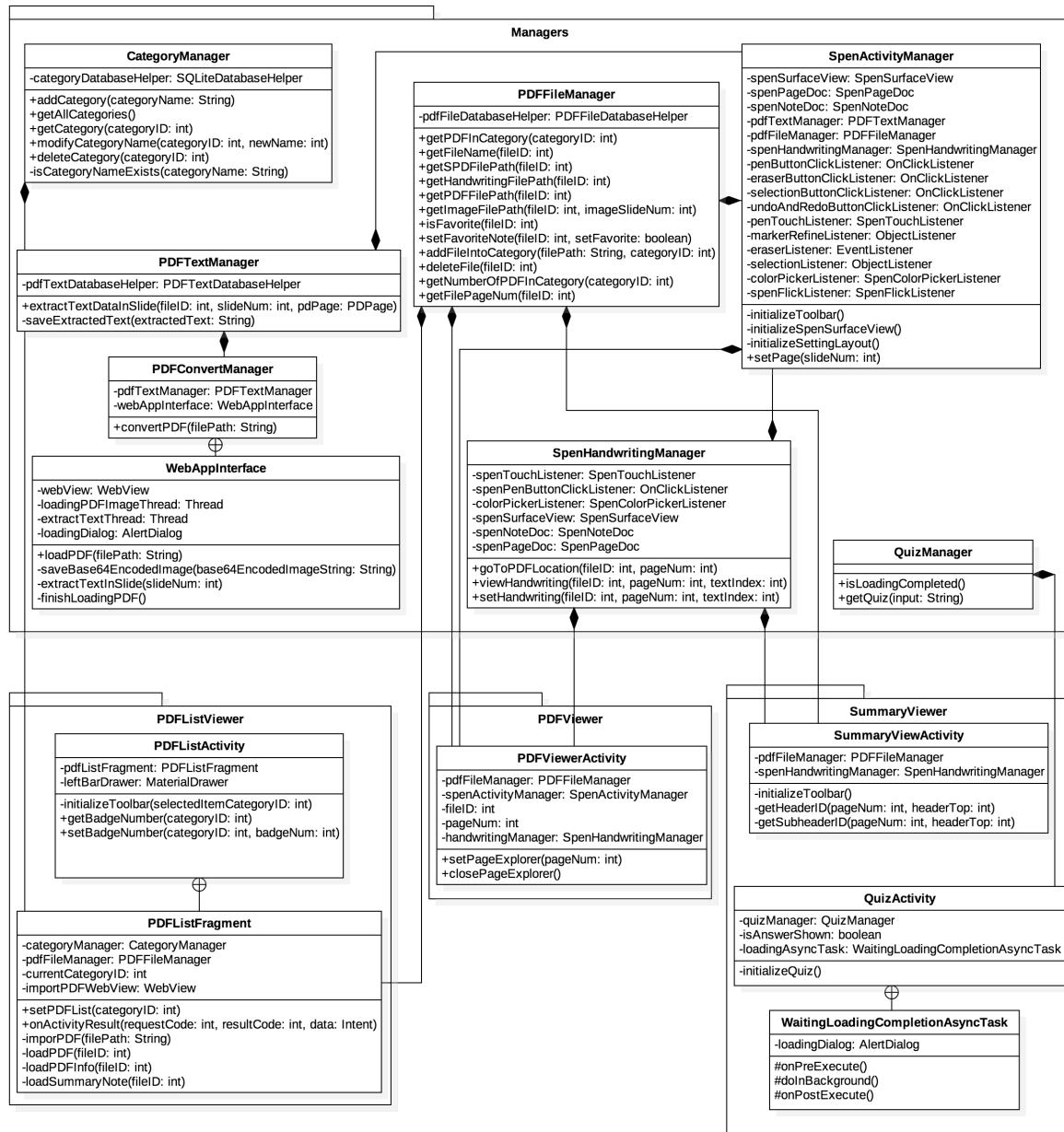


그림 10 My Summary Note 패키지 다이어그램 및 클래스 다이어그램

4.2. PDF list activity

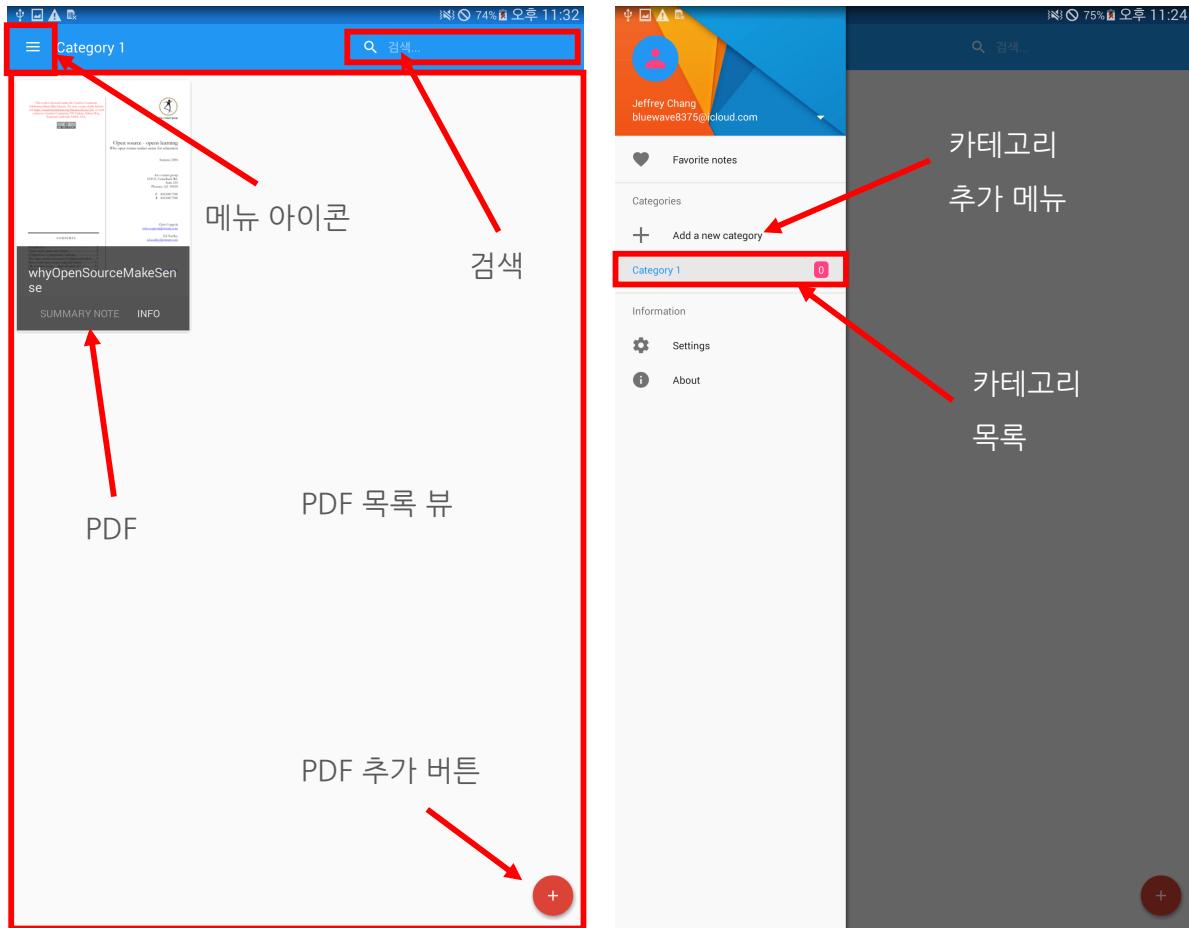


그림 11 PDF list 액티비티의 인터페이스

PDF list 액티비티는 My Summary Note 를 실행하면 진입하는 첫 화면이다. 메뉴 바 안의 카테고리 설정 기능과 각 카테고리 안에 저장되어 있는 PDF 목록을 볼 수 있으며, 해당 카테고리에 외부 PDF를 추가할 수 있다. PDF를 클릭하여 PDF viewer 액티비티로 이동하거나 각 PDF에 삽입되어 있는 SUMMARY NOTE 버튼을 눌러 Summary 액티비티로 이동할 수 있다.

이 액티비티에 포함되어 있는 주요 기능은 다음과 같다.

표 2 PDF list 액티비티에서 제공하는 주요 기능

| 함수명 | 역할 |
|-----------------------|---|
| initializeToolbar | 상단바 및 메뉴를 초기화한다. |
| getPDFListInCategory | 선택된 카테고리 내에 소속된 PDF 정보를 불러온다. 또는, Favorite note 로 지정된 PDF 정보를 불러온다. |
| addPDFInCategory | 현재 선택된 카테고리에 포함할 PDF를 선택한다. |
| setSearchResult | 검색 결과를 PDF 목록 뷰에 설정한다. (미구현) |
| loadPDFInformation | 선택한 PDF의 정보를 불러온다. |
| loadPDF | PDF viewer 액티비티로 이동하여 해당 PDF를 불러온다. |
| loadSummaryNote | 해당 PDF의 요약 노트를 불러온다. |
| addCategory | 카테고리를 추가한다. |
| modify/deleteCategory | 카테고리를 수정하거나 삭제한다. |

4.2.1. initializeToolbar

이 액티비티가 로딩되면 자동으로 실행되는 기능으로, 위 스크린샷에서 보이는 파란색 상단 바와 메뉴 바를 초기화하는 역할을 한다. 메뉴 바를 초기화하며 현재 My Summary Note 에 저장되어 있는 카테고리 목록을 DB 에서 불러오고 이를 메뉴 바에 설정한다.

4.2.2. getPDFListInCategory

이 액티비티가 로딩될 때와 사용자가 메뉴 바에서 카테고리를 선택할 때 실행된다. 현재 선택된 카테고리에 소속된 PDF 정보를 DB 에서 불러와 PDF 목록 뷰를 갱신한다. 액티비티가 로딩될 때 기본적으로 선택되어 있는 카테고리는 Favorite note 로, Favorite note 에 소속된 PDF 를 불러올 때도 이 함수로 처리된다.

4.2.3. addPDFInCategory

현재 선택된 카테고리에 사용자가 선택한 PDF 를 저장한다. My Summary Note 는 불러올 PDF 를 선택할 수 있도록 그림 12 와 같이 인터페이스를 제공한다.

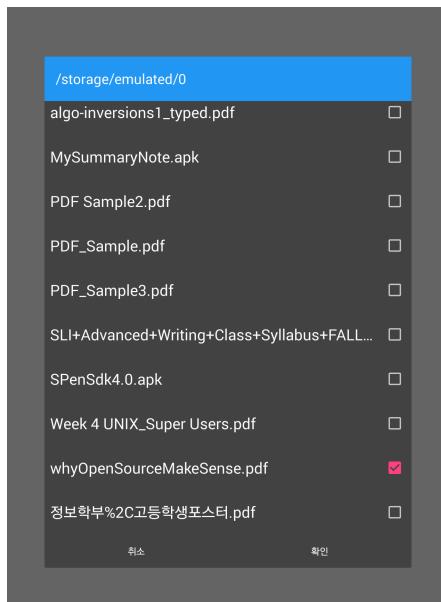


그림 12 PDF 파일 선택 인터페이스

불러올 파일은 PDF 확장자를 가진 파일로 한정되어 있으며, 한 번에 한 파일만을 불러올 수 있다. 사용자가 확인 버튼을 누르면 My Summary Note 는 PDF 포맷을 My Summary Note 에서 제공하는 기능에 최적화된 구조로 변환한다.

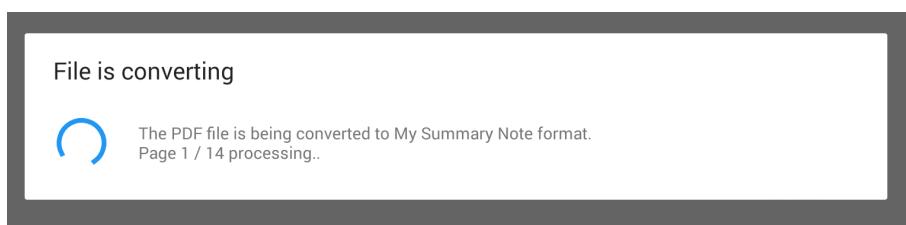


그림 13 PDF 파일 변환 중임을 알리는 로딩ダイ얼로그

PDF는 다음과 같이 변환되어 My Summary Note 앱 내부 디렉토리에 PDF 파일 이름으로 폴더를 생성한 후 그 안에 저장된다.

표 3 PDF 변환 자료 구조 설명

| 자료 구조 | 설명 |
|----------------|---|
| PDF | PDF 아웃라인을 불러오기 위해 PDF 파일 자체를 복사하여 앱 내부 디렉토리에 저장한다. |
| 슬라이드 이미지 | PDF는 여러 장의 슬라이드로 구성되어 있는데, PDF를 렌더링하기 위해 각 슬라이드를 JPEG 이미지로 변환하여 파일로 저장한다. 저장되는 이미지 파일의 이름은 다음과 같다. 1.jpg, 2.jpg, 3.jpg, …, 14.jpg |
| 토큰 단위로 쪼개진 텍스트 | 자동 요약 기능을 사용하기 위해 모든 슬라이드에 저장된 텍스트를 토큰 단위로 잘라 위치 정보와 함께 내부 DB에 저장한다. |
| PDF 정보 | 빠른 로딩을 위해 PDF에서 메타 데이터를 뽑아 내부 DB에 저장한다. getPDFListInCategory 함수에서 불러오는 데이터는 이 PDF 정보이다. |

My Summary Note는 변환 속도를 증가시키기 위해 다음과 같이 두 개의 스레드를 통해 이미지 렌더링과 텍스트 토큰 생성을 동시에 진행한다.

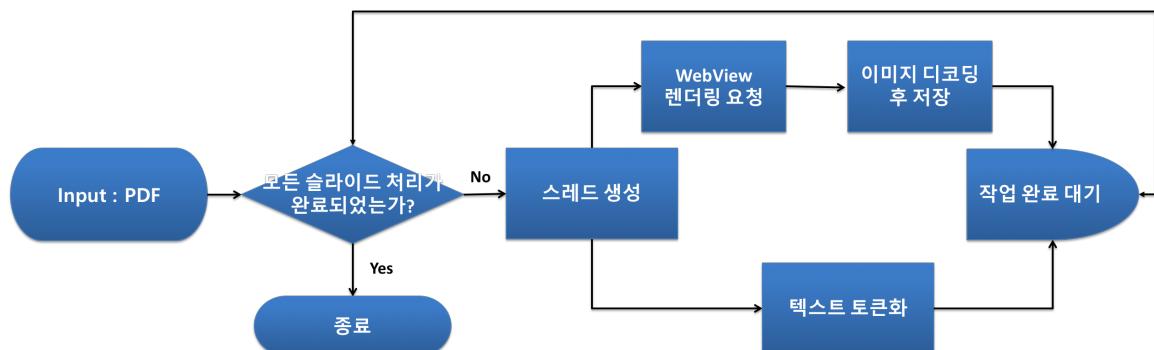


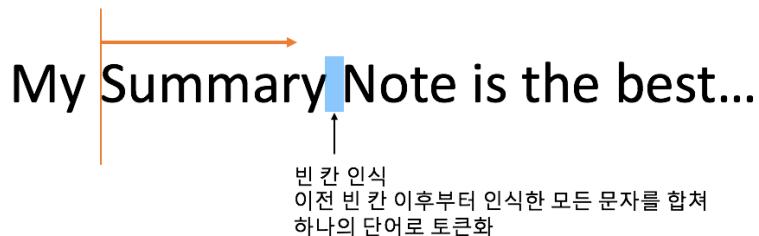
그림 14 My Summary Note 가 PDF를 변환하는 과정을 나타내는 플로우 차트

이미지 저장과 텍스트 토큰화는 별개의 스레드에서 진행되며, 하나의 슬라이드 변환 작업은 두 스레드의 작업이 모두 끝나면 완료된다. 모든 슬라이드에 대해 변환 작업이 완료되면 PDF 변환 작업이 완료된다.

슬라이드 이미지는 구체적으로 다음 과정을 거쳐 PDF를 렌더링하여 저장한다. 문제 해결 과정 섹션의 PDF 렌더링 문제에서 서술한 바와 같이 My Summary Note는 안드로이드용 PDF 라이브러리를 사용하지 않고 웹뷰를 통해 렌더링을 수행한다. 웹뷰와 안드로이드 클래스 간 통신은 그림 15와 같이 Base64 인코딩 기법을 사용한 스트링을 통해 이루어진다.



텍스트 토큰은 PDFBox for Android 라이브러리를 사용하여 PDF 슬라이드 내의 모든 텍스트를 받아와 문자를 하나씩 비교해 가며 그림 16 과 같이 빈 칸이 나올 때마다 그 전까지 버퍼에 저장해 두었던 문자를 모아 토큰을 생성하여 데이터베이스에 저장한다.



일반적인 PDF 의 경우 이미지 렌더링보다 텍스트 추출에서 더 많은 시간이 소요되었는데, 현재 PDFBox for Android 라이브러리는 해당 기능을 제공하지 않아 구현하지 못하였지만, 일정 갯수의 문자만을 받을 수 있다면 이 기능을 이용해 텍스트 추출을 여러 스레드에서 수행하여 속도를 높일 수 있을 것으로 생각된다.

4.2.4. setSearchResult

My Summary Note 에는 상단 툴바에 검색 창이 있다. 현재 보여지는 PDF 목록에서 자신이 원하는 단어가 포함된 PDF 를 보여준다. 이 기능은 프로토타입 기능 구현 우선 순위에서 밀려 구현 대상에서 제외되었다.

4.2.5. loadPDFInformation

PDF 목록 뷰에 있는 PDF 에는 INFO 버튼이 있어 해당 PDF 의 상세 정보를 확인할 수 있다. 또는 PDF 를 삭제하고 싶을 경우 INFO 창에서 해당 PDF 를 삭제할 수 있다.

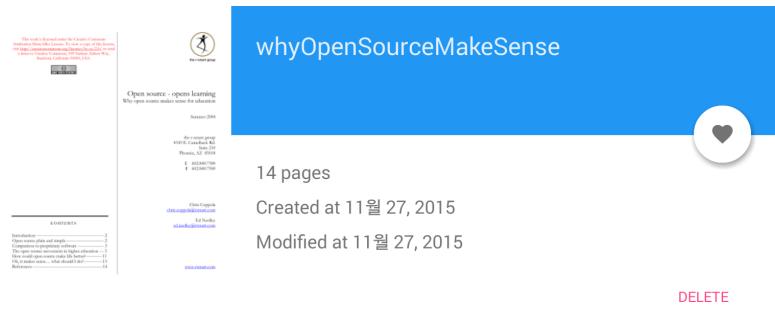


그림 17 사용자가 PDF 정보를 불러왔을 때 출력되는 인터페이스

4.2.6. loadPDF

PDF 목록 뷰에 있는 PDF의 썸네일을 클릭할 때 실행되며, 해당 PDF를 보고 필기할 수 있는 PDF viewer 액티비티로 이동한다.

4.2.7. loadSummaryNote

PDF 목록 뷰에 있는 PDF의 SUMMARY NOTE 버튼을 클릭할 때 실행되며, 해당 PDF에 필기한 내용을 바탕으로 생성된 요약 노트를 보여준다.

처음 파일을 불러왔을 경우 이 버튼은 비활성화되어 있으며, PDF viewer 액티비티로 이동해 필기를 한 후 PDF list 액티비티로 돌아오면 이 버튼이 활성화된다.

4.2.8. addCategory

좌측 메뉴 바에는 사용자가 자신의 카테고리를 생성할 수 있는 메뉴 아이템이 있다. 이 아이템을 클릭하면 기능이 실행되며, 추가할 카테고리의 이름을 물어보는 인터페이스를 제공한다.



그림 18 추가할 카테고리 이름을 입력하는ダイ얼로그

이미 존재하는 카테고리 이름이나 빈 이름은 사용할 수 없다. 카테고리를 생성하면, 좌측 메뉴 바에 생성한 카테고리가 다음과 같이 추가된다.

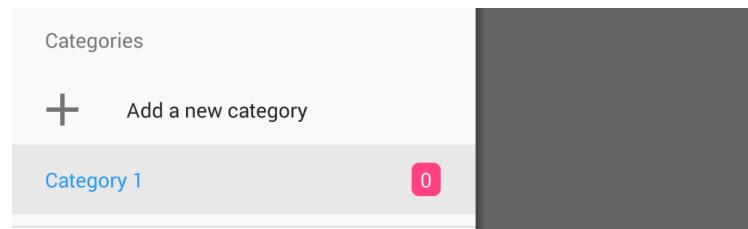


그림 19 사용자 카테고리가 좌측 메뉴 바에 생성된 모습

4.2.9. modify/deleteCategory

이미 생성된 카테고리의 이름을 변경하거나 삭제하고 싶을 경우, 해당 카테고리를 길게 누르면 관련 메뉴가 보인다. 해당 메뉴 아이템을 클릭하면 이 기능이 실행된다.

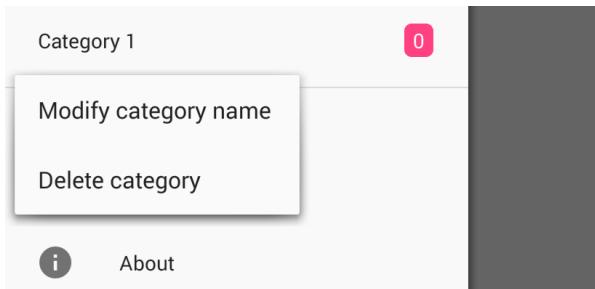


그림 20 사용자 카테고리를 길게 눌렀을 때 출력되는 팝업 메뉴

Modify 메뉴 아이템을 클릭하면 사용자에게 변경할 카테고리 이름을 묻는 인터페이스가 제공되며, Delete 메뉴 아이템을 클릭하면 확인 여부를 묻는 인터페이스가 제공된다.

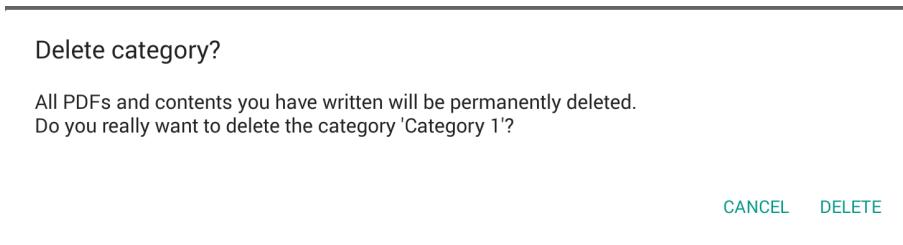


그림 21 팝업 메뉴에서 Delete category 아이템을 선택했을 때 사용자의 행동 확인을 묻는 인터페이스

4.3. PDF viewer activity

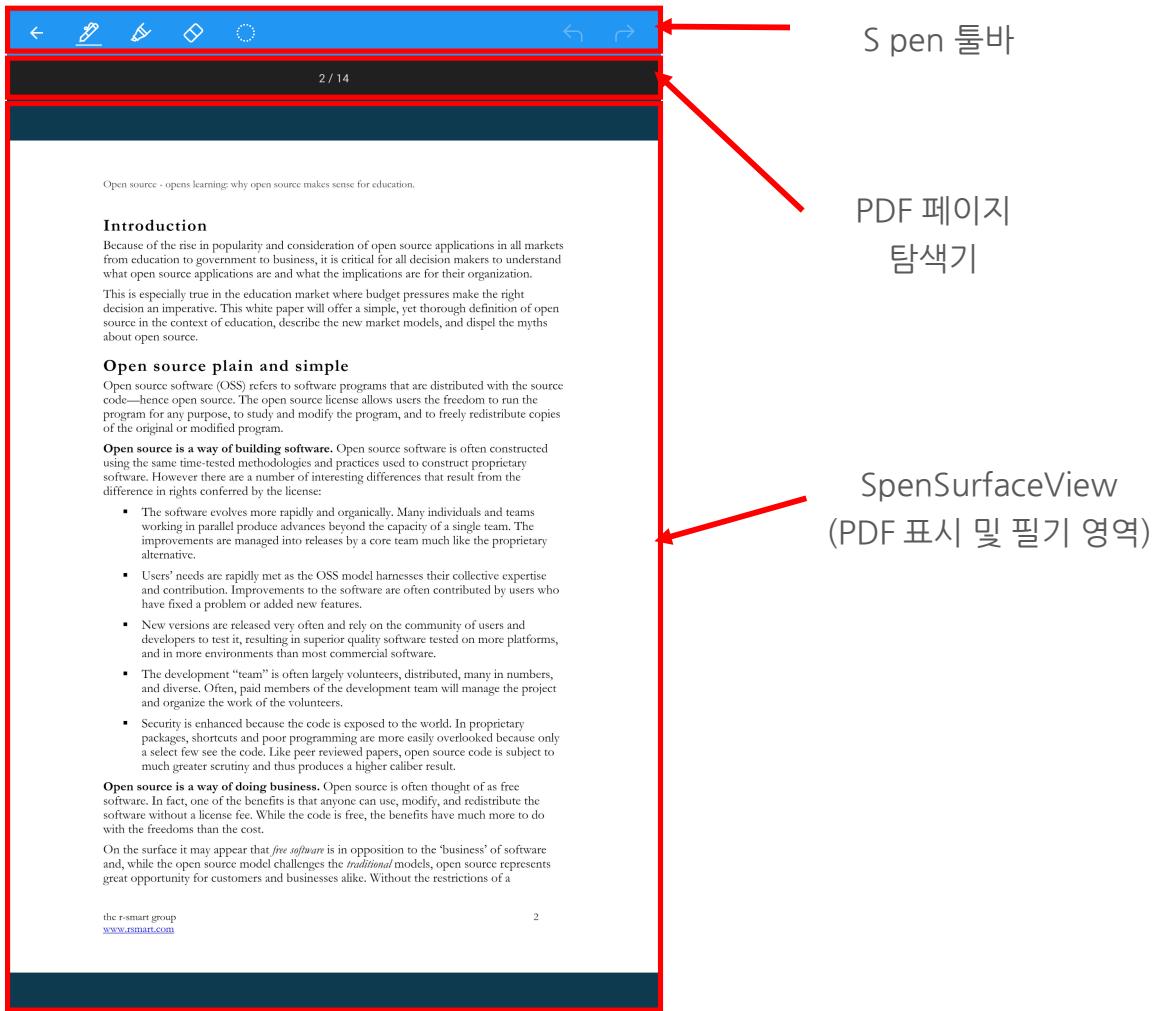


그림 22 PDF viewer 액티비티의 인터페이스

PDF Viewer 액티비티는 사용자가 임포트한 PDF를 화면에 보여주고 사용자가 필기를 할 수 있게 하는 역할을 한다. PDF Viewer는 상단에 필기 도구 설정을 위한 S pen 툴바, PDF 페이지 탐색을 용이하게 만든 PDF 페이지 탐색기 그리고 실제 PDF 화면이 보여지고 필기를 할 수 있게 하는 SpenSurfaceView 영역으로 구성이 된다. 이 액티비티의 주요 기능은 다음과 같다.

표 4 PDF viewer 액티비티가 제공하는 주요 기능

| 함수명 | 역할 |
|---------------------------|--|
| initializeSpenSurfaceView | PDF 표시 및 필기 영역으로 사용할 SpenSurfaceView를 초기화한다. |
| initializePageExplorer | 페이지 탐색을 위한 PDF 페이지 탐색기를 초기화한다. |
| initializeSpenToolbar | S pen 툴바 및 메뉴를 초기화한다. |
| setPDFPage | 특정 페이지로 이동한다. |
| setHandwriting | 하이라이트 텍스트에 필기를 추가 저장한다. |

4.3.1. initializeSpenSurfaceView

PDF Viewer 가 처음 실행 될 때, PDF 화면 표시와 필기를 위한 SpenSurfaceView 영역을 생성 및 초기화 하고, 해당 PDF 에서 마지막으로 수정한 페이지를 불러와 현재 페이지로 설정한다.

SpenSurfaceView 는 S pen 의 컨텐츠를 표시하기 위해 S pen SDK 에서 제공하는 뷰 클래스이다. S pen SDK 는 관련 정보를 SpenNoteDoc 클래스에 삽입해 이를 SPD 파일 형태로 저장한다. SpenNoteDoc 은 하나의 노트 역할을 하게 되며, 노트 안의 페이지 역할을 하는 SpenPageDoc 클래스에 각 슬라이드의 정보가 담긴다. SpenSurfaceView 는 그림 23 과 같이 SpenPageDoc 의 정보를 불러와 컨텐츠를 표시한다.

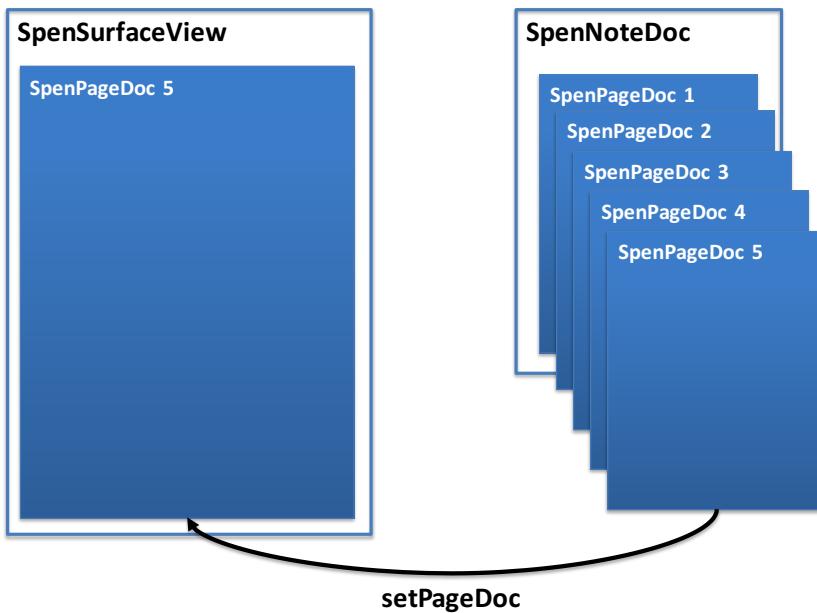


그림 23 SpenSurfaceViewer에서 S pen 페이지 정보를 불러오는 방법

또한, 이 함수는 SpenSurfaceView 에 제스처를 인식하는 리스너를 부착한다. My Summary Note 는 S pen 과 손가락을 통한 제스처를 구분하며, 다음과 같이 각각 다른 기능을 수행한다.

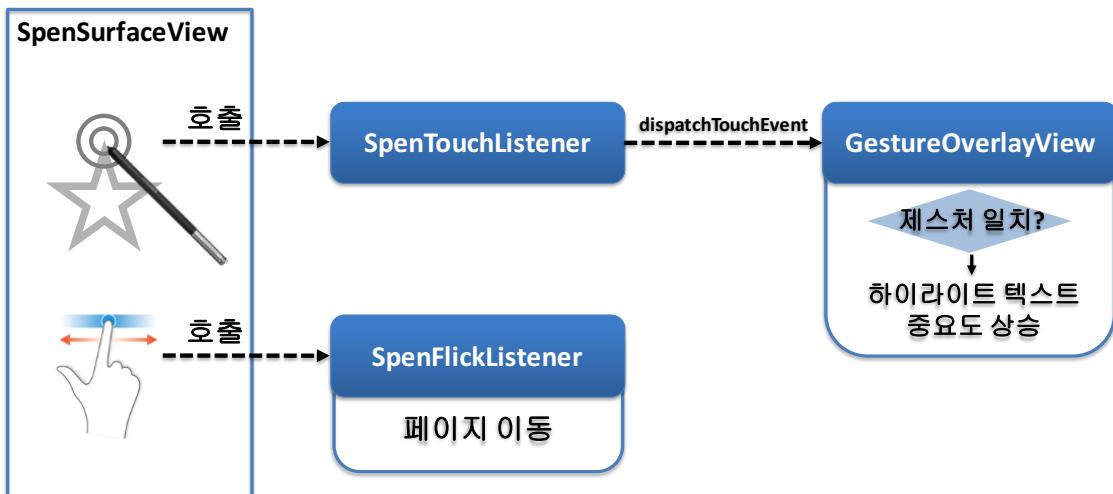


그림 24 SpenSurfaceViewer에 부착되는 제스처 인식 리스너

A) S pen 제스처

S pen 제스처는 안드로이드에서 제공하는 제스처 관련 API를 사용하였다. 이 API는 등록된 제스처 중에서 일치하는 것이 있는지 확인한다. SpenSurfaceView는 사용자가 S pen을 사용할 때 발생하는 터치 이벤트를 GestureOverlayView로 전달하여 해당 모션이 제스처인지를 확인한다. 제스처는 여러 모양의 볏표를 인식하며, 저장된 정보와 제스처가 일치한다면 하이라이트된 텍스트의 중요도를 상승시키는 기능이 실행된다. 이 기능은 하라이트의 우측 상단에 중요도에 따라 볏표 개수를 표기하여 사용자가 현재 하라이트의 중요도를 쉽게 확인할 수 있도록 하였다.

B) 손가락 제스처

손가락 제스처로 실행 가능한 기능은 페이지 이동 기능이다. 이 기능은 S pen SDK에서 제공하는 SpenFlickListener를 사용하였다. SpenFlickListener를 이용하면 손가락을 좌측 혹은 우측으로 넘기는 것을 구분 할 수 있으며, 손가락을 좌측으로 넘겼을 시에는 다음 페이지로 이동하고, 우측으로 넘겼을 시에는 이전 페이지로 이동하도록 설정하였다.

4.3.2. initializePageExplorer

PDF Viewer가 처음 실행 될 때, 해당 PDF에서 전체 페이지 수와 현재 페이지 수를 읽어와 PDF 페이지 탐색기에 표시 하고, 페이지 마다 썸네일을 생성하여 탐색이 용이하도록 한다.

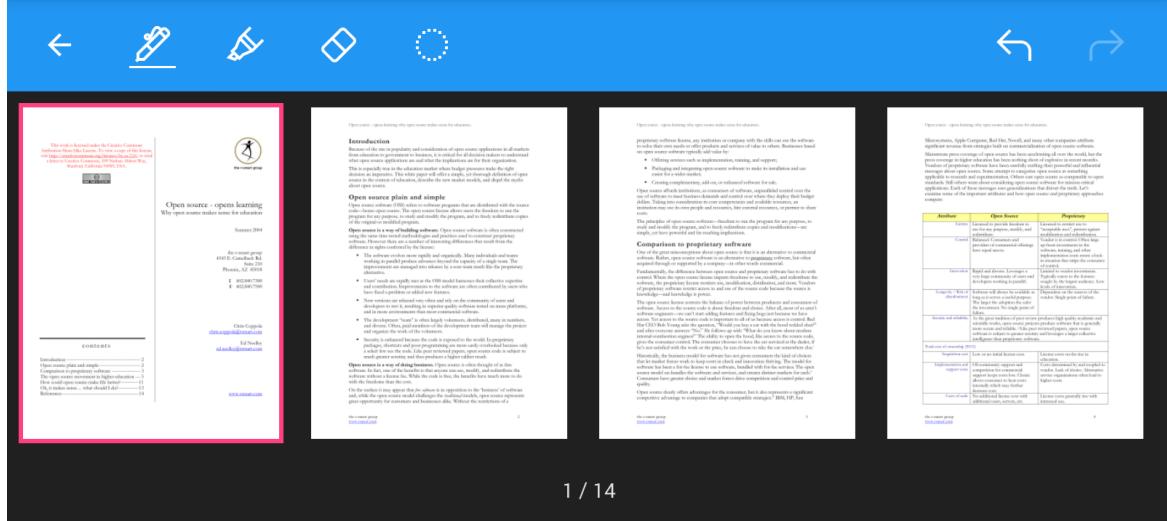


그림 25 PDF viewer 액티비티에서 원하는 페이지로 바로 이동할 수 있는 PageExplorer의 인터페이스

PageExplorer를 통해 사용자는 원하는 페이지로 이동할 수 있으며, 사용자가 페이지를 누르면 setPDFPage 기능이 호출된다. 다수의 이미지를 빠르게 로딩하기 위해 백그라운드 로딩 방식을 채택하여 성능 저하 문제가 발생하지 않도록 했다.⁷⁸⁹¹⁰

4.3.3. initializeSpenToolbar

PDF Viewer 가 처음 실행 될 때, S pen 을 이용해 필기를 할 수 있도록 툴바를 초기화 한다.

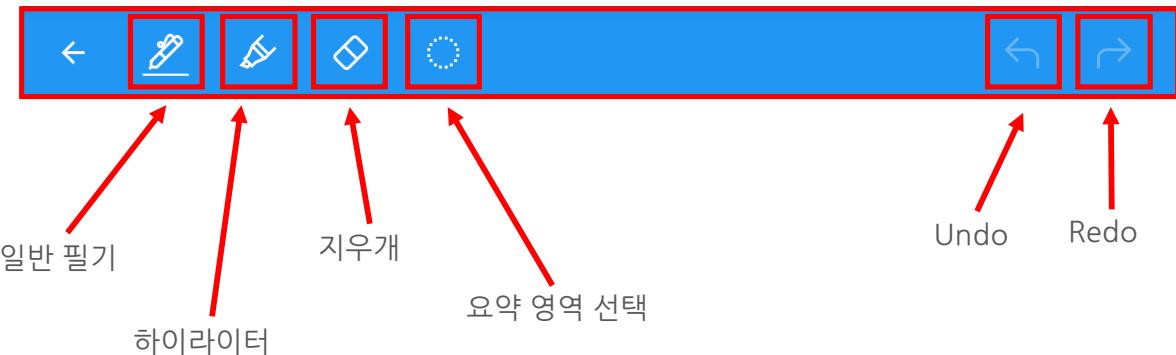


그림 26 PDF viewer 액티비티의 툴바 인터페이스와 사용 가능한 기능

S pen 툴바를 통해 호출되는 기능은 다음과 같다.

표 5 PDF Viewer 의 S pen 툴바의 주요 기능

| 함수명 | 역할 |
|------------------------|--------------------------|
| setSpenMode(일반 필기) | 일반 필기 모드로 설정 |
| setSpenMode(하이라이터) | 하이라이터 모드로 설정 |
| setSpenMode(지우개) | 지우개 모드로 설정 |
| setSpenMode(요약 영역 선택) | 요약 영역 선택 모드로 설정 |
| openPenSetting | 일반 필기에서 사용할 펜의 설정 창을 연다. |
| openHighlighterSetting | 하이라이터에서 사용할 펜의 설정 창을 연다. |
| undoSpen | 사용자 필기를 대상으로 Undo |
| redoSpen | 사용자 필기를 대상으로 Redo |

툴바를 통해 총 4 개의 모드 중 하나를 선택하여 사용할 수 있으며, 현재 사용중인 모드는 아이콘 아래에 흰 실선이 표시된다. 4 개의 모드는 각각 다음과 같은 역할을 한다.

A) 펜

기본적인 필기 기능을 제공한다. My Summary Note 가 추가로 제공하는 기능은 없다. 사용자는 펜 버튼을 한번 더 클릭하여 색상, 굵기, 펜 타입 등을 설정할 수 있다.

B) 하이라이터

텍스트 요약 기능을 제공하는 형광펜이다. S pen 에서 제공하는 Shape Recognition 기능을 사용하면 하이라이터의 도형을 변경할 수 있는데, 이 기능과 텍스트 데이터베이스에 저장된 텍스트의 위치 정보를 함께 이용하여 사용자가 하이라이터를 이용해 칠한 곳에 포함된 텍스트를 덮는 곧은 직선으로 변환한다. 사용자가 하이라이터를 텍스트가 없는 곳에 칠할 경우, 칠한 곳에 포함된 텍스트가 없으므로 사용자 필기가 삭제된다.

C) 지우개

S pen에서 제공하는 기본 기능을 사용하였다. S pen SDK에서는 두 가지 방법의 지우개를 제공하는데, 이는 다음과 같다.

표 6 S pen SDK에서 제공하는 지우개 설정값과 의미

| 설정값 | 의미 |
|-----------------------|---|
| ACTION_ERASER | 사용자가 지우개로 칠한 부분만 삭제한다. 하나의 스트로크에 대해 일부만 삭제할 수 있다. |
| ACTION_STROKE_REMOVER | 사용자가 지우개로 칠한 부분에 포함된 스트로크 전체를 삭제한다. |

My Summary Note는 ACTION_STROKE_REMOVER 설정값을 채택하여 필기 내용을 빠르게 삭제할 수 있도록 하였다.

D) 요약 영역 선택 도구

S pen에서 제공하는 선택 도구는 기본적으로 S pen으로 필기한 오브젝트를 선택하는 용도로 사용되지만, My Summary Note에서는 요약할 그림 영역을 지정하는 용도로 사용된다. 기능의 용도를 변경하기 위해 My Summary Note는 다음 기능을 사용한다. 우선, S pen에서 제공하는 선택 도구의 기능을 사용하지 않기 위해 사용자가 SpenSurfaceView에 생성한 오브젝트를 선택하지 않도록 설정한다. 그 후 사용자가 선택 도구를 통해 영역을 지정할 경우, 점선 사각형 표시를 위해 선택 도구 사용 시작 지점과 선택 도구 사용 종료 지점을 기록하고 이 두 지점을 양 대각선의 꼭지점으로 하는 점선 사각형을 S pen 오브젝트로 추가하였다.

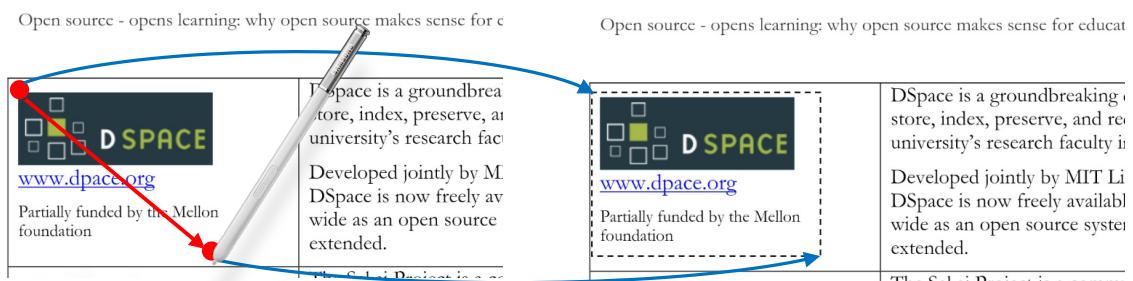


그림 27 용도가 변경된 요약 영역 선택 도구가 작동하는 방식

4.3.4. setPDFPage

initializeSpenSurfaceView가 호출될 때, 페이지 탐색기를 통해 페이지를 이동 할 때, 그리고 사용자가 이전 페이지 혹은 다음 페이지로 이동 할 때 이동 할 페이지의 정보를 얻어와 SpenSurfaceView에 설정한다.

4.3.5. setHandwriting

하이라이트 필기를 제외하고 펜으로 필기한 내용은 어느 하이라이트 부분과 연동되는지 알 수 없기 때문에 기본적으로 요약 노트에 포함되지 않는다. My Summary Note는 PDF에 포함된

내용 외에 사용자가 추가로 필기한 내용을 함께 저장하기 위해 사용자가 하이라이트된 텍스트를 클릭하여 해당 텍스트와 관련된 필기를 추가할 수 있는 기능을 제공한다.

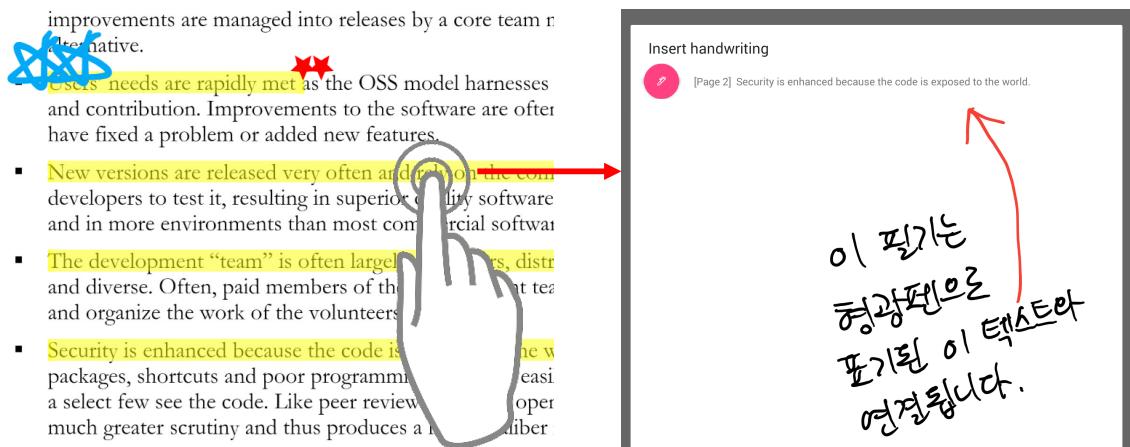


그림 28 요약 노트에 추가할 필기를 삽입하는 방법

필기한 정보는 별도의 SpenNoteDoc 파일에 저장되며, 해당 PDF의 모든 사용자 필기 정보는 이 SpenNoteDoc 파일에 고유한 SpenPageDoc으로 저장되어 관리된다. 필기를 삽입하고 나면 하이라이트된 텍스트에 SpenPageDoc의 번호를 저장함으로써 하이라이트된 텍스트와 필기 정보를 연결한다. 이를 그림으로 표현하면 다음과 같다.

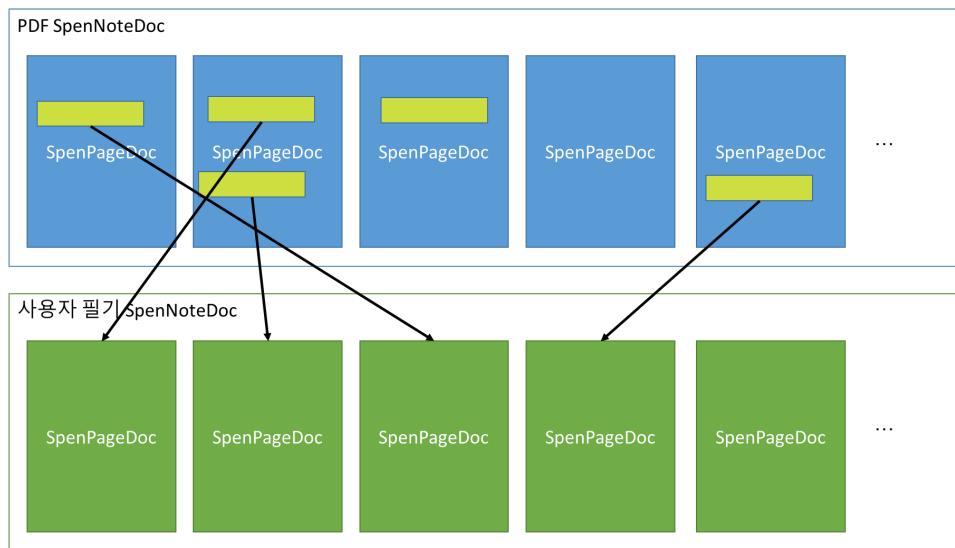


그림 29 별도로 저장되는 사용자 필기 SpenNoteDoc 과 형광펜 필기가 연결되는 방식의 예시

PDF SpenNoteDoc에 포함되어 있는 파란색 SpenPageDoc에서의 노란색 사각형은 하이라이트된 텍스트를 의미하며, 검은색 화살표는 이와 연결된 사용자 필기 SpenNoteDoc 안의 SpenPageDoc를 가리킨다. 화살표가 없는 하이라이트는 사용자가 필기를 추가하지 않은 필기 정보이다. 사용자 필기 SpenNoteDoc 안의 SpenPageDoc은 사용자가 필기를 추가한 순서대로 저장되므로, PDF SpenPageDoc 내의 하이라이트의 순서와 관련이 없다.

4.4. Summary activity

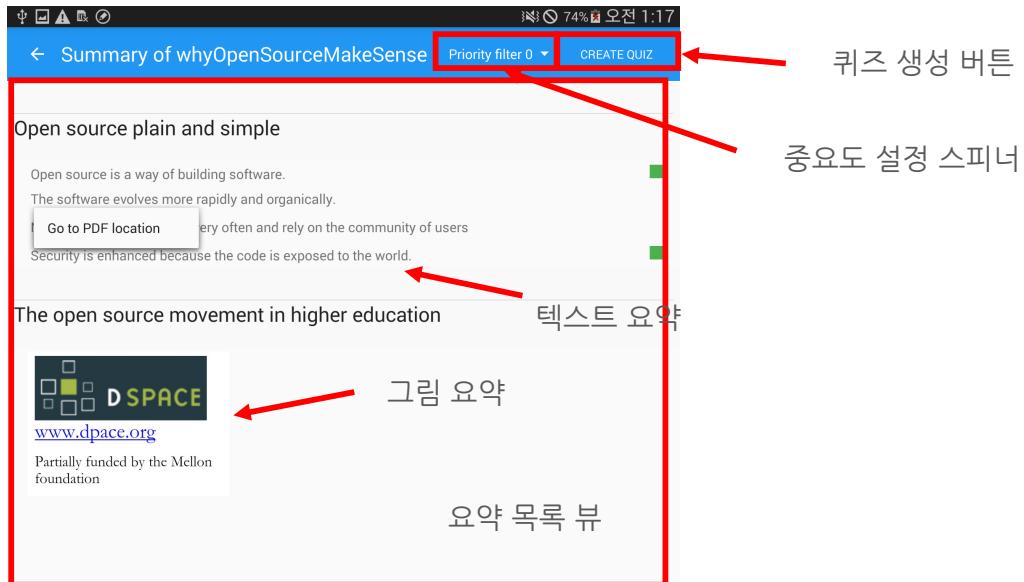


그림 30 Summary 액티비티의 인터페이스

Summary 액티비티는 PDF list 액티비티에서 사용자가 PDF의 SUMMARY NOTE 버튼을 클릭하면 실행된다. 해당 PDF에서 사용자가 필기한 내용을 바탕으로 요약된 내용을 볼 수 있으며, PDF viewer 액티비티에서 서술한 중요도를 기반으로 요약 내용을 필터링하거나 요약된 내용을 바탕으로 섹션별 퀴즈를 생성하는 Quiz 액티비티로 이동할 수 있다. 이 액티비티에 포함되어 있는 주요 기능은 다음과 같다.

표 7 Summary 액티비티에서 사용하는 주요 기능

| 함수명 | 역할 |
|-------------------|---|
| initializeToolbar | 상단 툴바를 초기화한다. |
| getSections | PDF 파일에서 Table of Contents의 내용을 추출한다. |
| getSPDData | Sp pen SDK에서 제공하는 파일 구조에서 사용자 필기 데이터를 추출한다. |
| filterByPriority | 각 필기의 중요도를 기반으로 데이터를 필터링하여 보여준다. |
| goToPDFLocation | PDF viewer 액티비티를 실행하며 해당 필기가 위치한 곳으로 이동한다. |
| viewHandwriting | 해당 필기에 연결되어 있는 사용자 필기를 보여준다. |
| createQuiz | 요약 노트를 기반으로 퀴즈를 생성한다. |

4.4.1. initializeToolbar

Summary 액티비티가 실행될 때 자동으로 실행된다. 스피너, 버튼 등 기본적인 인터페이스를 세팅하지만 아직 데이터 로딩이 시작되지 않은 상태이기 때문에 관련 기능을 사용하지 못하도록 버튼을 보이지 않게 설정한다.

4.4.2. getSections

Summary 액티비티가 실행될 때 자동으로 실행된다. 액티비티가 실행되면 사용자에게 데이터를 로딩 중임을 알리는 인터페이스를 보여주고 저장한 PDF 파일을 열어 여기에 포함된 Table of Contents(섹션)를 추출하여 메모리에 저장한다.



그림 31 PDF 파일에서 섹션 정보를 추출할 때 사용자에게 보이는 로딩ダイアルログ

4.4.3. getSPDData

getSections 기능이 완료된 직후 자동으로 실행된다. 이 기능은 사용자가 완료될 때까지 기다릴 필요 없이 백그라운드에서 진행되며 각각의 필기 데이터가 로딩되는 대로 사용자가 보고 있는 뷰를 갱신한다. 이 백그라운드 로딩 방식을 채용함으로써 사용자의 필기가 아무리 많더라도 로딩이 완료되기를 기다릴 필요 없이 요약 노트를 볼 수 있게 설계하였다.

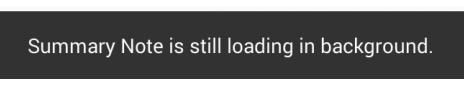


그림 32 사용자 필기 정보가 백그라운드에서 로딩 중임을 알리는 메시지

로딩이 완료되면 My Summary Note는 로딩이 완료되었음을 사용자에게 알려준다.

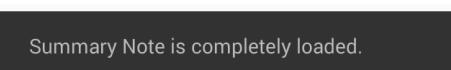


그림 33 백그라운드에서 진행되던 로딩이 끝났음을 알리는 메시지

요약 노트를 불러오는 동안 인터페이스는 다음과 같이 변화한다.

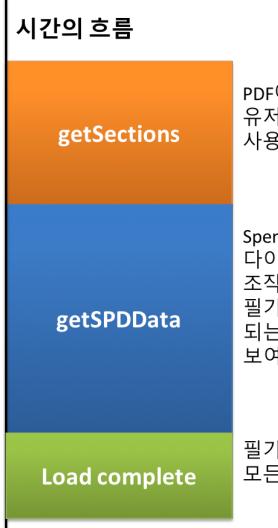


그림 34 요약 노트를 불러오는 동안 변화하는 사용자의 조작 자유도

4.4.4. filterByPriority

PDF viewer 액티비티에서 사용자는 제스처를 통해 필기한 텍스트의 중요도를 3 단계로 설정할 수 있다. Summary 액티비티에서는 이렇게 설정한 중요도를 기반으로 필기를 필터링하여 보여줄 수 있다. 이 기능은 사용자가 상단 툴바에 있는 중요도 설정 스피너의 값을 변경하였을 때 실행된다.

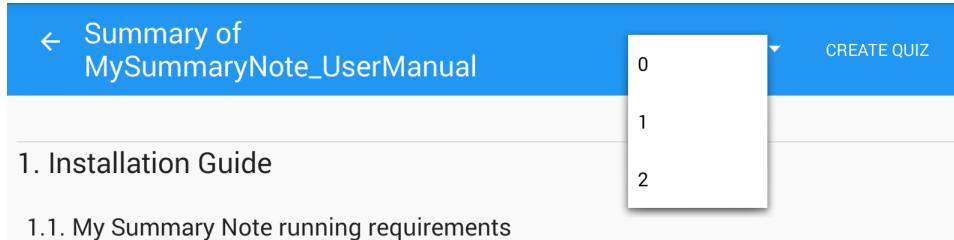


그림 35 사용자가 설정한 중요도로 요약 노트의 내용을 필터할 수 있도록 제공되는 인터페이스

4.4.5. goToPDFLocation

요약된 텍스트나 이미지를 클릭하면 관련 메뉴를 볼 수 있다. 그 중 하나는 PDF에서 해당 필기의 위치로 이동하는 기능이다.

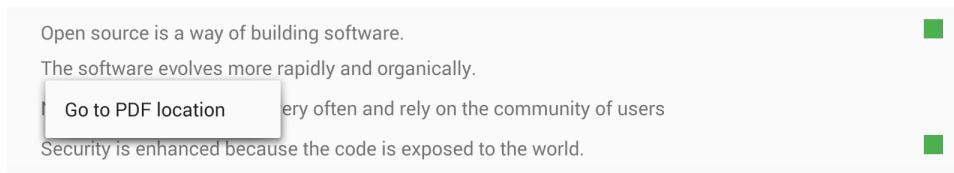


그림 36 텍스트나 이미지를 클릭할 때 표시되는 팝업 메뉴

Go to PDF location 메뉴 아이템을 누르면, PDF viewer 액티비티가 실행되며 해당 필기가 있는 페이지로 이동한다.

4.4.6. viewHandwriting

PDF viewer 액티비티에서 사용자는 형광펜으로 필기한 곳에 사용자 필기를 추가할 수 있었다. 요약 노트에서는 이렇게 추가한 필기에 대해서 초록색 사각형으로 필기 데이터가 있음을 알려주고, 해당 텍스트를 클릭하면 추가 메뉴 아이템을 볼 수 있다.

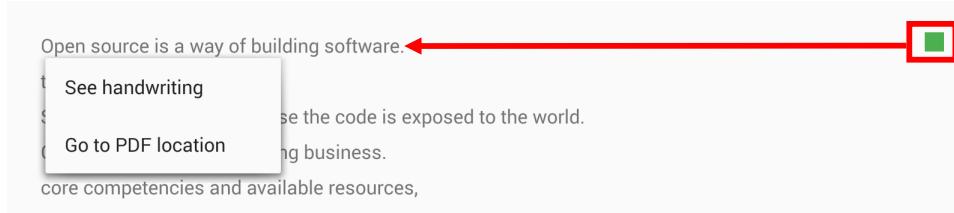


그림 37 사용자 필기가 삽입되어 있는 텍스트를 클릭할 때 표시되는 초록색 사각형과 팝업 메뉴

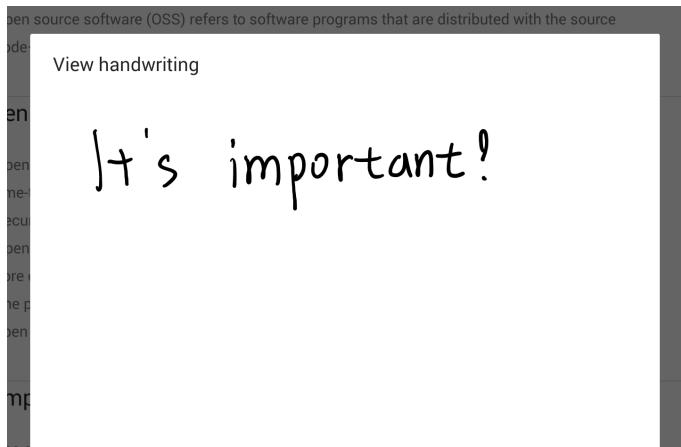


그림 38 “See handwriting” 메뉴 아이템을 클릭할 때 표시되는 필기 뷰어 다이얼로그

PDF viewer 액티비티에서의 인터페이스와 달리, 펜 설정을 변경하거나 필기 내용을 수정하는 기능은 제공되지 않는다.

4.4.7. createQuiz

사용자가 상단 툴바의 CREATE QUIZ 버튼을 눌렀을 때 실행된다. 현재 PDF의 모든 섹션에 대해 퀴즈를 생성하지 않고 사용자가 퀴즈를 생성할 섹션을 선택할 수 있는 인터페이스를 제공한다.

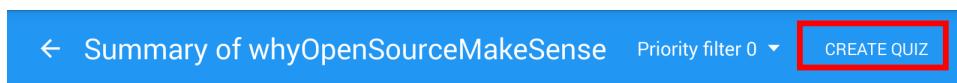


그림 39 퀴즈를 생성할 수 있는 버튼

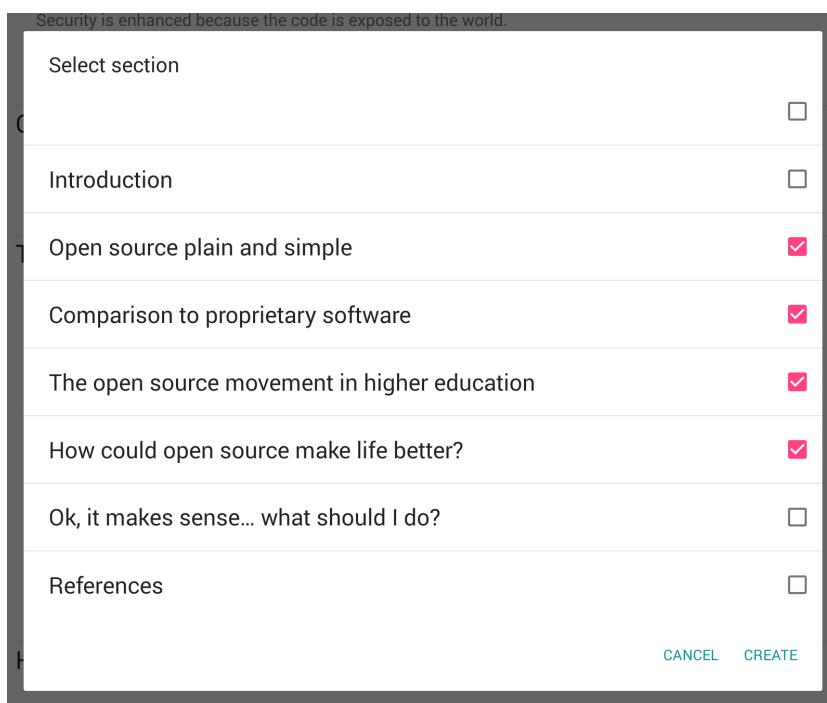


그림 40 퀴즈 생성 버튼을 클릭했을 때 표시되는, 퀴즈 생성에 사용할 섹션을 선택하는 다이얼로그

원하는 섹션을 선택한 후 CREATE 버튼을 누르면, Quiz 액티비티를 실행하여 해당 정보를 전달한다.

4.5. Quiz activity

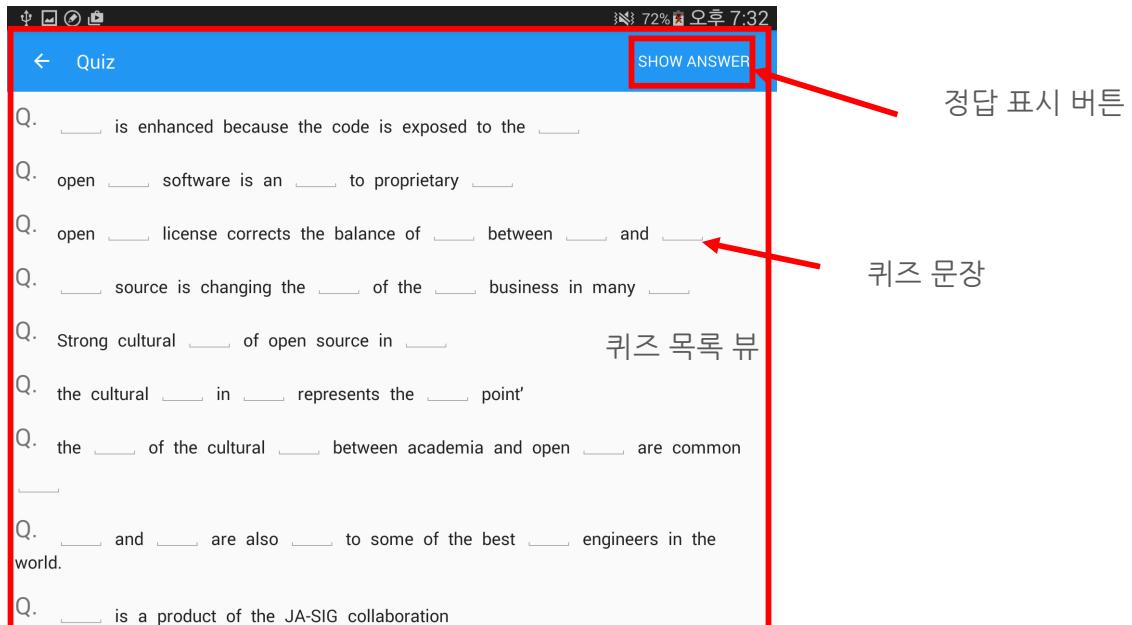


그림 41 Quiz 액티비티의 인터페이스

표 8 Quiz 액티비티에서 사용하는 주요 기능

| 함수명 | 역할 |
|---------------|-----------------------|
| loadModel | 퀴즈생성을 위한 모델파일을 불러온다. |
| createQuiz | 요약 노트를 기반으로 퀴즈를 생성한다. |
| displayQuiz | 퀴즈 생성 결과를 표시한다. |
| displayAnswer | 퀴즈에 대한 답을 표시한다. |

4.5.1 loadModel

퀴즈 생성을 위한 메소드에 쓰이는 모델 파일을 불러온다. 문장 성분 품사 (Part Of Speech) 구분이 요구되는데 이에 필요한 모델 파일은 apache에서 제공하는 en-pos-maxent.zip 파일이며, (<http://opennlp.sourceforge.net/models-1.5/>) entropy 를 maximize 한 모델이다. 원래 이 모듈은 tag dictionary 와 더불어 머신 러닝이 가능하지만, 안드로이드에 포팅하는 과정에서 호환성 문제로 그 부분은 제거된 상태로 포함되었다. 모델 파일을 불러오는 시간이 약 15초 정도로 다소 오래 걸리기 때문에 애플리케이션을 실행 시 동시에 백그라운드에서 로딩을 시작한다.

4.5.2 createQuiz

체크한 섹션 내에 있는 문장들을 입력 값으로 받아 실제 빈 칸이 포함된 퀴즈 문장을 생성한다. 명사 형태의 토큰과 동사 형태의 토큰을 확률적으로 빈칸 처리한다. 퀴즈가 생성되는 과정은 다음 그림과 같다.

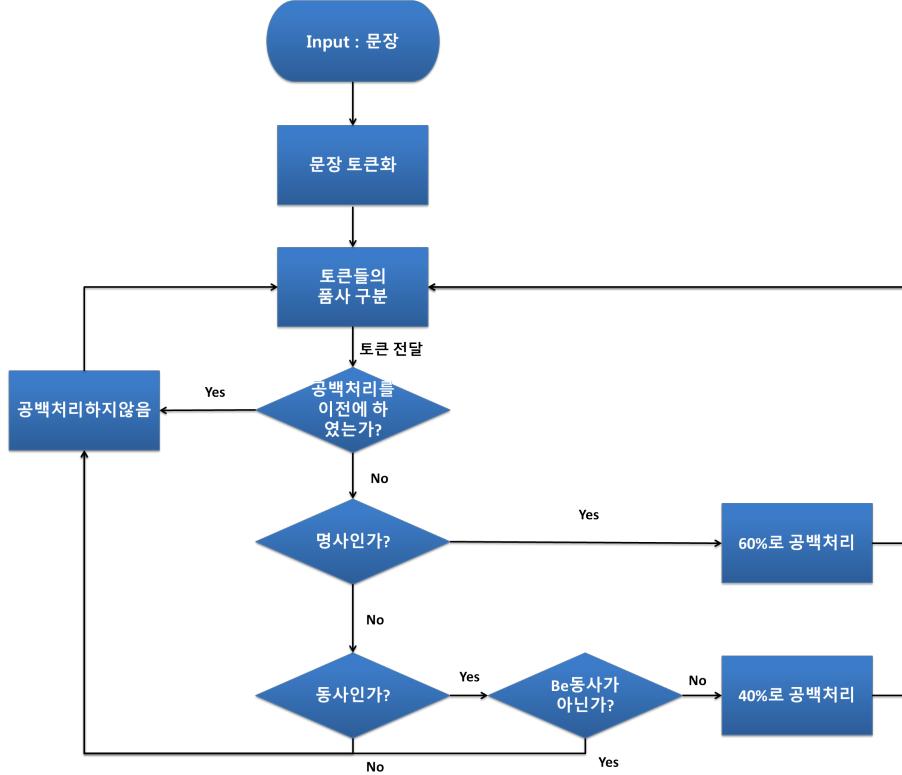


그림 42 퀴즈가 생성되는 과정을 설명하는 플로우 차트

토큰마다 명사형태인지 동사형태인지 확인을 하여 확률적으로 공백으로 처리를 하고, 토큰이 더 이상 남지 않을 때까지 루프를 돈다. 연속적인 빈칸 처리를 막기 위해 flag를 설정하여 문제를 방지하였다.

4.5.3 displayQuiz

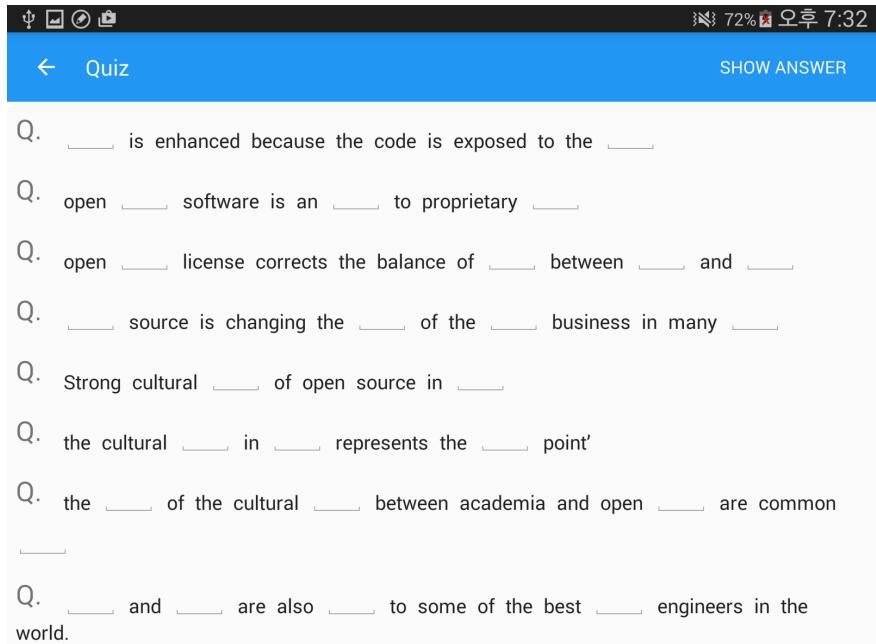


그림 43 생성된 퀴즈가 Quiz 액티비티에 표시된 모습

createQuiz에서 생성한 퀴즈 문장들을 표시한다. 빈칸 처리된 곳에 사용자가 키보드로 입력하여 퀴즈를 풀어볼 수 있게끔 하였다.

4.5.4 displayAnswer

사용자가 상단 툴바 우측의 SHOW ANSWER 버튼을 누르면 각 퀴즈 문장에 대한 정답이 포함된 문장을 해당 문장 아래에 표시한다. 정답 단어들은 파란색으로 표시된다.



그림 44 Quiz 액티비티에서 정답을 확인할 수 있는 기능을 제공하는 정답 보기 버튼

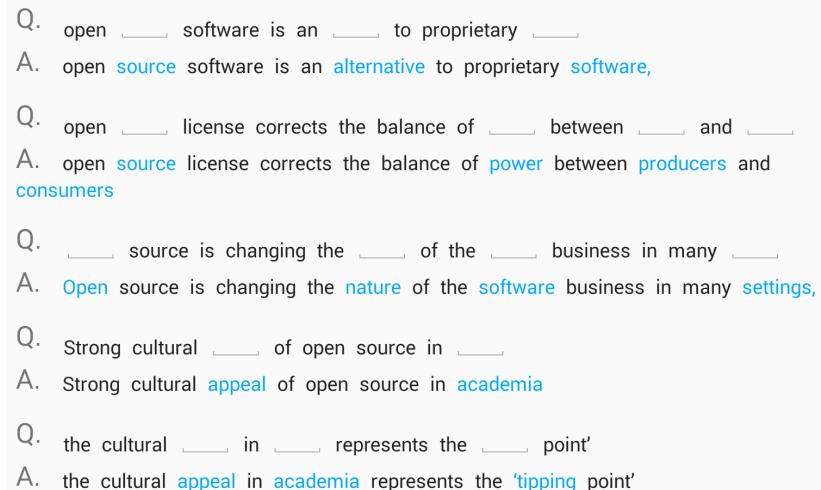


그림 45 퀴즈의 정답이 Quiz 액티비티에 표시된 모습

5. 데이터베이스 디자인

5.1. 카테고리 데이터베이스

My Summary Note에서 모든 PDF는 카테고리에 소속되어 있으며, 카테고리는 My Summary Note 내부 자료 구조에 따라 설계되었다. 카테고리 데이터베이스는 다음과 같이 구성되어 있다.

표 9 카테고리 데이터베이스에 저장되는 내용

| 컬럼명 | 의미 |
|--------------------|-----------------------------------|
| CATEGORYIDENTIFIER | 카테고리의 고유한 아이디로, 정수 자동 생성 값을 사용한다. |
| CATEGORYNAME | 사용자가 입력한 카테고리의 이름을 저장한다. |

5.2. PDF 데이터베이스

PDF를 My Summary Note에 추가할 때, My Summary Note는 파일 외에 추가로 PDF의 메타데이터를 저장하는 데이터베이스에 PDF 정보를 저장한다. PDF 데이터베이스는 다음과 같이 구성되어 있다.

표 10 PDF 데이터베이스에 저장되는 내용

| 컬럼명 | 의미 |
|--------------------|---|
| FILEID | PDF의 고유한 아이디로, 정수 자동 생성 값을 사용한다. |
| FILENAME | 사용자가 선택한 PDF의 파일 이름을 저장한다. |
| CATEGORYIDENTIFIER | 이 PDF가 소속될 카테고리의 ID를 저장한다. 이 값은 카테고리 DB의 PK를 참조한다. |
| CREATEDDATE | 이 자료가 생성되는 순간의 타임스탬프 값을 저장한다. |
| MODIFIEDDATA | 이 자료가 마지막으로 수정된 시간의 타임스탬프 값을 저장한다. 초기값은 CREATEDDATE와 같다. |
| PAGENUM | 이 PDF의 페이지(슬라이드) 수를 저장한다. |
| ISFAVORITE | 이 PDF가 Favorite Note로 지정되어 있는지 여부를 저장한다. 사용자가 Favorite Note 메뉴를 클릭할 경우 이 값을 읽어들여 PDF의 Favorite Note 지정 유무를 검사한다. |

5.3. PDF 텍스트 데이터베이스

PDF를 My Summary Note에 추가하면서, PDF의 메타데이터 외에 요약 기능을 빠르게 제공하기 위해 PDF 내의 모든 텍스트를 토큰화하여 PDF 텍스트 DB에 저장한다.

PDF 텍스트 DB는 다음과 같이 구성되어 있다.

표 11 PDF 텍스트 데이터베이스

| 컬럼명 | 의미 |
|------------------|--|
| <u>FILEID</u> | 해당 PDF의 고유한 아이디로, PDF DB의 FILEID 값을 참조한다. |
| <u>PAGENUM</u> | 이 토큰이 포함되어 있는 페이지 슬라이드 번호를 저장한다. 이 값은 PDF DB의 PAGENUM을 참조한다. |
| <u>TEXTINDEX</u> | 해당 페이지 슬라이드에서 이 토큰의 번호를 저장한다. |
| RECT | 이 토큰의 위치 정보를 문자열로 저장한다. 문자열 구조는 다음과 같다: Left,Top,Right,Bottom 예) 150.24,30.77,182.38,49.13 |
| TEXT | 이 토큰의 텍스트 정보를 저장한다. |
| TEXTSIZE | 이 텍스트의 폰트 사이즈를 저장한다. 요약 노트 텍스트 크기 조절 기능은 프로토타입 기능 구현 우선 순위에서 밀려 이 정보는 사용되지 않는다. |

5.4. 사용자 필기 데이터베이스

사용자 필기는 본래 위 데이터베이스와 같이 My Summary Note 고유의 자료구조로 구현하려 하였으나, S pen SDK에서 제공하는 SpenNoteDoc 클래스에서 My Summary Note가 필요로 하는 모든 기능을 제공하기 때문에 고유의 자료구조를 별도로 구현하지 않고 이 클래스를 사용하기로 하였다.

5.5. 데이터베이스 ER 다이어그램

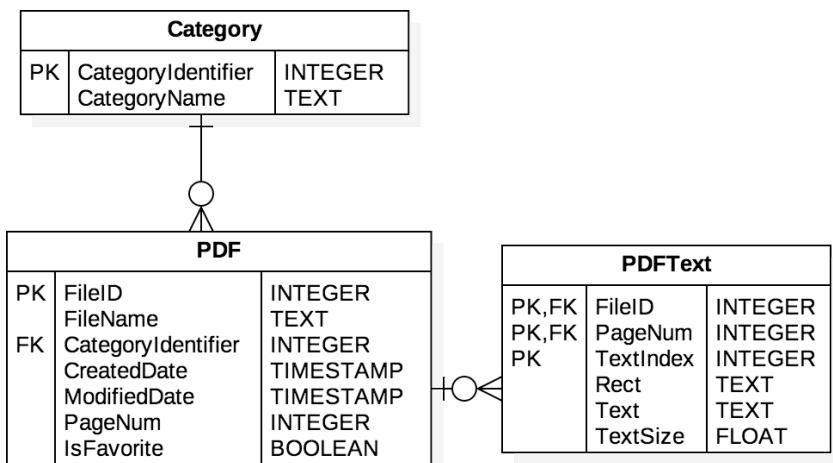


그림 46 데이터베이스 ER 다이어그램

6. 개발 환경

6.1. 타겟 디바이스

My Summary Note는 S pen 사용이 가능한 태블릿에서 구동이 가능하다. 그 중, 성능이 가장 좋은 갤럭시 노트 프로 12.2와 갤럭시 노트 10.1 2014 에디션의 디바이스 환경에 초점을 맞추어 개발되었다.



그림 47 삼성 갤럭시 노트 프로 12.2 디바이스와 삼성 갤럭시 노트 10.1 2014 에디션 디바이스¹¹

My Summary Note는 갤럭시 노트 10.1 2014 에디션 기기로 테스트되었으며, 이 기기의 스펙은 다음과 같다. 스펙 중 My Summary Note의 실행에 필수적인 요소는 굵게 처리하였다. 굵게 처리된 부분과 같은 스펙을 가진 다른 디바이스라면 My Summary Note를 구동할 수 있다.

표 12 삼성 갤럭시 노트 10.1 2014 에디션 디바이스의 스펙

| | 삼성 갤럭시 노트 10.1 2014 에디션 |
|-------|-------------------------------------|
| 프로세서 | 삼성 엑시노스 5420 big.LITTLE |
| 메모리 | 3GB LPDDR3 RAM |
| 디스플레이 | 10.1 인치 WQXGA (2560x1600) LCD 터치스크린 |
| 운영체제 | 안드로이드 4.4 킷캣 |
| 기타 | 1024 필압 S pen 지원 |

6.2. 개발 운영체제

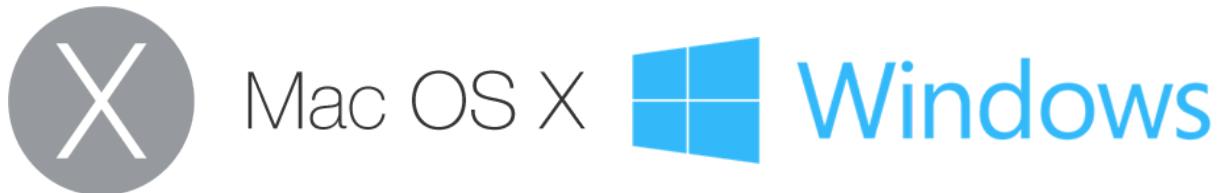


그림 48 애플 Mac OS X과 마이크로소프트 Windows

개발에 사용된 운영체제는 Mac OS X, Windows로, 운영체제 간 호환성 문제를 해결하기 위해 다중 플랫폼을 지원하는 개발 환경에서 개발을 진행하였다.

6.3. 통합 개발 환경

6.3.1. Subversion



그림 49 버전 관리 시스템 Subversion¹²

Subversion은 무료 오픈 소스 버전 관리 시스템이다. 즉, Subversion은 시간에 따른 파일과 디렉토리를 관리한다. 파일 트리가 중심 저장소에 위치되는데, 저장소는 일반적인 파일 서버와 비슷하나 파일과 디렉토리에 생긴 변화를 모두 기억한다는 점이 다르다. 이는 데이터의 구버전을 복구하거나, 데이터가 변경된 기록을 확인하는 것을 가능하게 해준다. 이러한 측면에서, Subversion은 타임 머신이라고 부르기도 한다.

우리는 개발 과정에서 아래 그림과 같이 Subversion을 사용하여 소스코드를 관리했다. 소스코드의 모든 변화 과정이 저장소에 기록되기 때문에, 필요한 경우에 수정한 소스 코드를 복구하거나 변경된 부분을 확인할 수 있는 점이 편리하였다.

| ▼ Tuesday | | |
|-------------|---|-------------------------------|
| #167 | import necessary class | isjang, 2015. 12. 1. 오후 7:10 |
| #166 | fix image bug | isjang, 2015. 12. 1. 오후 7:09 |
| #165 | add icon | isjang, 2015. 12. 1. 오후 7:03 |
| #164 | Update Gestures Database | hylee, 2015. 12. 1. 오후 5:49 |
| ▼ Last Week | | |
| #163 | Fix isFavorite problem | isjang, 2015. 11. 27. 오후 7:00 |
| #162 | Modify Functionality: Image of SummaryViewer Position Bug Fix | hylee, 2015. 11. 27. 오후 6:32 |

그림 50 My Summary Note 의 Subversion 기록

6.3.2. Android Studio



그림 51 안드로이드 공식 개발 툴 Android Studio¹³

우리는 애플리케이션 개발 툴로 Android Studio를 사용하였다.

Android Studio는 공식 안드로이드 통합 개발 환경(IDE)으로, IntelliJ 기반으로 만들어져서 자동 업데이트 기능이 있다. 즉 새로운 업데이트가 나오면 툴을 실행 시에 자동 업데이트를 할 수 있으므로 편리하다. Android Studio를 이용함으로써 보다 안정적이고 효과적인 개발을 할 수 있었다.

6.3.3. Github



그림 52 소스 코드 저장소 Github

GitHub는 웹 기반 호스팅 서비스로, 소스 코드 관리를 위한 분산 버전 관리 시스템인 Git을 사용하는 프로젝트를 지원한다. 오픈 소스로 저장소를 만들면 무료이고, 저장소 크기에 제한이 없다는 장점이 있다. 버전 관리 시스템으로는 Git을 사용하며, 다양한 소스 코드를 볼 수 있고 협업 프로젝트의 저장 및 관리 서비스를 지원한다. 다양한 소스 코드를 공유할 수 있는 GitHub를 통해 개발 과정에 필요한 라이브러리들을 참고하였다.

My Summary Note에서 사용한 서드 파티 오픈 소스 라이브러리는 다음과 같다.

표 13 My Summary Note에 사용된 서드 파티 오픈 소스 라이브러리

| 번호 | 라이브러리 이름 | 클래스명 |
|----|--|---|
| 1 | PDFBox for android ¹⁴¹⁵ | org.apache.pdfbox-android:1.8.9.0@aar |
| 2 | Android Support Library ¹⁶ | com.android.support:support-v4:23.0.1 |
| 3 | Material Drawer ¹⁷ | com.mikepenz:materialdrawer:4.0.8@aar |
| 4 | Floating Action Button ¹⁸ | com.github.clans:fab:1.6.1 |
| 5 | Google Material Typeface ¹⁹ | com.mikepenz:google-material-typeface:1.2.0.1 |
| 6 | Recycler View Header | com.bartoszlipinski.recyclerviewheader:library:1.2.0 |
| 7 | Preference Fragment | com.github.machinarius:preferencefragment:0.1.1 |
| 8 | File Picker ²⁰ | com.nonsenseapps:filepicker:2.4.1 |
| 9 | Material Progressbar ²¹ | me.zhanghai.android.materialprogressbar:library:1.1.4 |
| 10 | Linear Layout Manager ²² | org.solovyev.android.views:linear-layout-manager:0.5 |
| 11 | Header RecyclerView ²³ | ca.barrenechea.header-décor:header-décor:0.2.2 |
| 12 | Flow Layout ²⁴²⁵ | com.wefika:flowlayout:0.4.1 |
| 13 | Apache OpenNLP | org.apache.opennlp.tools |

7. 과제 문제 및 해결 방안

7.1. PDF 렌더링 문제

My Summary Note 는 PDF를 임포트하고 이를 렌더링하여 사용자에게 보여준다. 기획 당시 계획은 오픈 소스 라이브러리를 사용하여 PDF 파일을 바로 렌더링하려 하였으나, 안드로이드 플랫폼에서 사용 가능한 오픈 소스 라이브러리 중 PDF 렌더링 기능을 지원하는 라이브러리가 없음을 라이브러리 기능 테스트 후 알게 되었다. 본래 사용하려 했던 오픈 소스 라이브러리는 PDFBox for Android, PDFClown 였는데, 두 라이브러리에서 제공하는 렌더링 기능은 PDF를 읽어 이미지로 생성할 뿐, 사용자가 애플리케이션 상에서 보는 뷰에 렌더링하지 못했다.

그래서 우선 라이브러리를 사용하여 PDF를 각 슬라이드별로 이미지로 변환한 후, 이 이미지를 이미지뷰를 통해서 사용자에게 보여주는 방식으로 구현하려 하였으나, 두 라이브러리를 사용하여 이미지를 생성한 결과 그림 53 과 같이 실제 PDF 와 많은 차이가 있음을 알게 되었다.

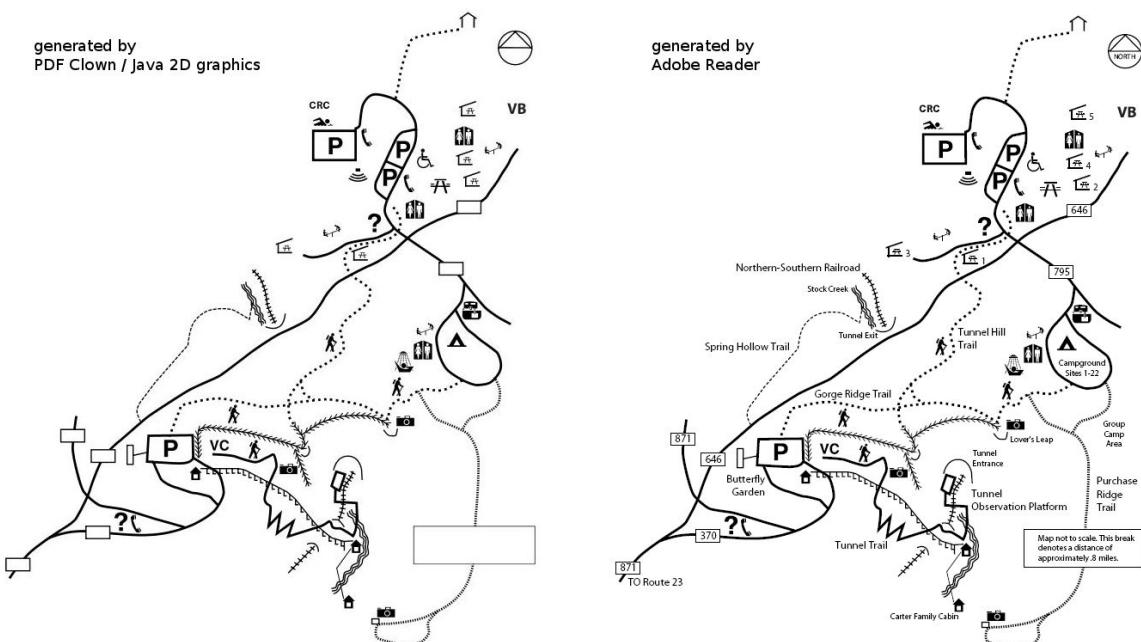


그림 53 PDFClown 으로 렌더링한 PDF 이미지와 Adobe Reader 로 렌더링한 PDF 이미지

따라서 새로운 PDF 렌더링 라이브러리를 찾아야 했다. PDF를 바로 뷰에 렌더링하는 기능을 제공하는 라이브러리는 없었으므로 PDF를 이미지로 렌더링할 수 있는 기능을 제공하는 라이브러리를 찾았는데, 이는 자바스크립트로 작성된 PDF.js 로 Mozilla 재단에서 개발하고 관리하는 HTML5 용 오픈 소스 라이브러리이다.

이 라이브러리는 웹에서 작동하므로, PDF를 임포트할 때 보이지 않는 웹뷰를 생성해 이 웹뷰 안에서 라이브러리를 실행하여 PDF를 렌더링한 후 렌더링 결과를 다시 안드로이드로 가져와 이미지로 저장하는 방식을 채택하여 문제를 해결하였다. 이 과정은 My Summary Note 의 매니저 중 하나인 PDFConvertManager 에서 담당하며, 웹뷰와 매니저 간 통신은



그림 54 PDF.js

Base64 형식으로 인코딩된 스트링으로 이루어졌다. 웹뷰는 렌더링된 이미지를 Base64 형식으로 인코딩하여 매니저로 보내고, 매니저는 이를 다시 디코딩하여 파일로 저장한다.

7.2. PDF Viewer 제스처 적용 문제

My Summary Note 의 PDF Viewer 에는 사용자의 제스처를 인식하여 하이라이트된 텍스트의 중요도를 상승시켜주는 기능이 있다. 이 기능을 구현하기 위해 S pen 에서 제공하는 도형 인식 기능을 사용하였다. S pen 의 도형 인식 기능을 이용하면, 사용자의 S pen 필기가 도형일 경우 깔끔한 형태의 도형으로 변환시켜 줄 수 있다. 이 때, 이렇게 변환된 도형이 무엇인지 알 수 있고, 변환된 도형이 ‘별표’ 일 경우 중요도 상승 기능을 실행하는 방법으로 제스처를 구현하였다. 다음 표는 S pen 도형 인식 기능으로 인식 가능한 대표적인 도형의 예이다.

표 14 S pen 도형 인식 기능에 정의된 도형 TYPE 상수

| 도형 TYPE 상수 이름 | 설명 |
|-------------------|------------|
| TYPE_5_POINT_STAR | 5 점을 가진 별표 |
| TYPE_CUBE | 정육면체 |
| TYPE_DIAMOND | 마름모 |
| TYPE_OVAL | 원형 및 타원형 |
| TYPE_TRIANGLE | 삼각형 |

이와 같이 다양한 도형 인식이 가능하지만, 문제점이 있었다. 사용자의 필기가 도형으로 인식되지 않는 경우, 그림 55 와 같이 ‘도형이 인식되지 않았습니다.’라는 토스트 창이 뜨며, 이를 수정할 수 있는 방법이 제공되지 않았다.

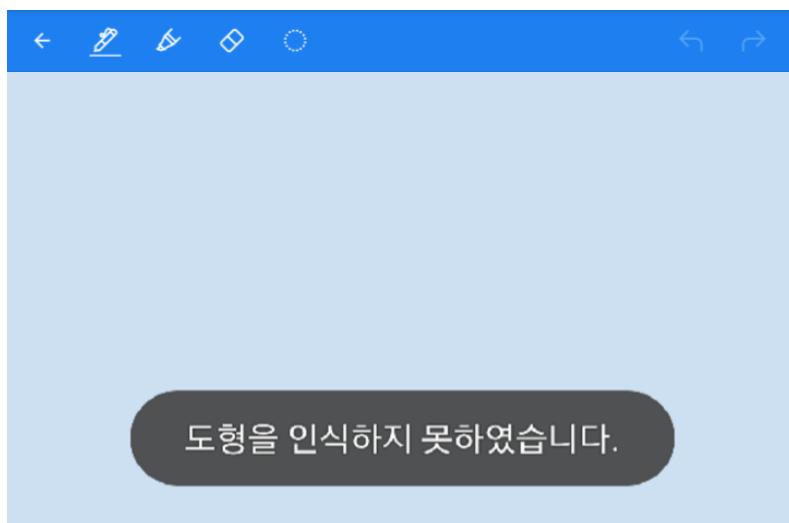


그림 55 S pen 도형 인식 기능 인식 실패 모습

본 애플리케이션에서는 사용자가 제스처를 이용하기 위해 제스처 버튼을 누른 후 제스처를 취하는 방식이 아닌 사용자가 자유롭게 필기를 할 때 그 중 해당되는 도형이 있으면 제스처에 해당되는 기능이 발동되는 방법으로 구현하고자 하였다. 즉, 사용자가 필기를 하는 동시에 그 필기에 대해 제스처 인식 요청 함수가 호출되고, 제스처가 인식되면 제스처에 정의된 함수가 발동되는 방식을 구현하고자 하였다. 하지만, S pen 의 도형 인식 기능을 이용하게 되면, 대부분의

경우에 ‘도형이 인식되지 않았습니다.’라는 불필요한 토스트 메시지를 띄워주었고 이 기능은 해제가 불가능 하였기에 사용할 수 없었다. 따라서 대안으로 선택한 방법은 제스처 기능을 이용하는 방법이다. 안드로이드 제스처 기능을 이용하게 되면 그림 56과 같이 개발자가 사전에 직접 제스처를 정의해주어야 한다.

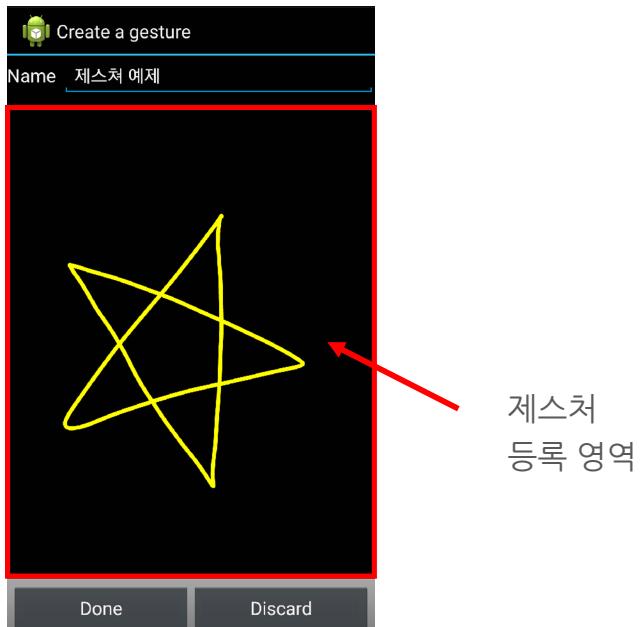


그림 56 제스처 등록 과정

이와 같이 제스처를 등록하면, 안드로이드 제스처 API를 이용하여 제스처 기능을 이용할 수 있지만, 여기에도 문제가 있었다. 그림 57과 같이, 제스처를 수행 할 때 같은 모양으로 제스처를 수행하여도 제스처를 수행한 방향이 다르면 인식이 되지 않는 문제였다.

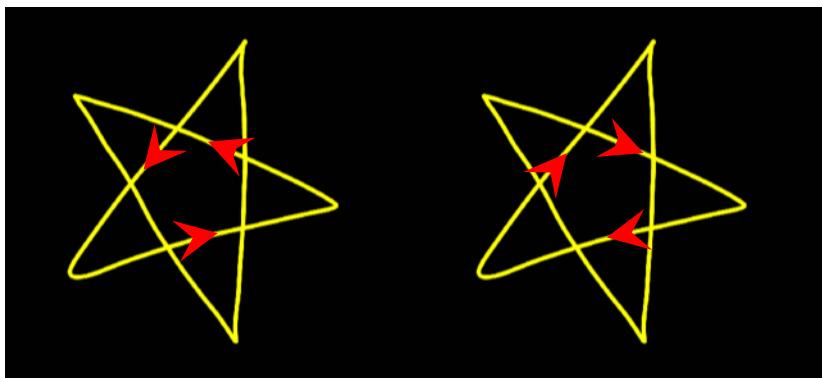


그림 57 같은 모양이지만 서로 반대 방향으로 생성되어 서로 다른 제스처로 인식되는 제스처들

이를 해결하기 위해, My Summary Note에서 사용할 별 모양의 제스처를 가능한 여러 가지 방향으로 등록하고 해당 정보를 파일로 저장하고 사용함으로써 제스처 기능을 구현하였다.

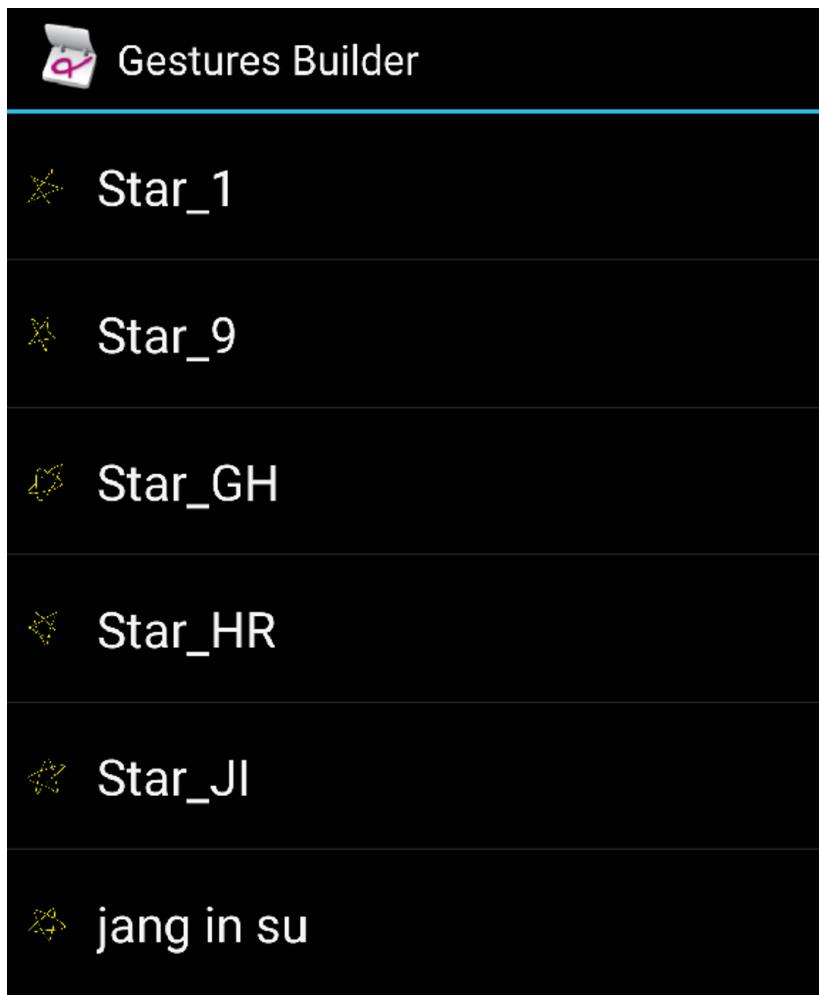


그림 58 다양한 방향 및 형태로 등록한 별 제스처

7.3. 퀴즈 생성 알고리즘 문제

My Summary Note 의 부가 기능으로 퀴즈 생성 기능이 있다. 퀴즈 생성 기능은 사용자가 요약한 문장에 대하여 퀴즈를 만들어 주는 기능이다. 구체적인 퀴즈 생성 알고리즘에 대해 토론한 결과 다음 알고리즘이 제시되었다.

표 15 팀 내 토론에서 제시된 퀴즈 생성 알고리즘

| Quiz 생성 방법 | 예시 (Capstone Design is an essential class in SKKU) | 비고 |
|------------|---|--|
| 문장 재배열 | an/SKKU/in/essential/class/Capstone Design/is | 사용자가 알고리즘에 의하여 섞인 문장을 재배열하여 원래 문장을 재구성 |
| 핵심 단어 정의 | Define “Capstone Design” | 핵심 단어에 대한 정의를 물음 |
| 빈칸 생성 | _____ is an essential class in SKKU | 원 문장에서 핵심 단어에 빈칸을 넣어 사용자가 답을 작성하도록 함 |

문장 재배열 방식은 알고리즘을 적용하여 문장을 뒤섞는 방법이다. 이후 사용자는 뒤섞인 문장을 재배열하여 원래 문장을 찾아야 한다. 표 13에 제시되어 있는 것처럼

“an/SKKU/in/essential/class/Capstone Design/is”과 같은 문장이 제시된다. 사용자는 단어를 재배열하여 원래 문장인 “Capstone Design is an essential class in SKKU”로 순서를 재배열하여야 한다. 이 경우, 단어를 사용자가 재배열할 때 배열하는 방법을 구현하는데 구현한계가 있었다.

핵심 단어 정의 방식은 문서에서 설명하는 중요한 단어를 사용자가 다시 한 번 정의하는 방식이다. 표 13에 나와 있듯이 알고리즘을 적용하여 “Capstone Design”을 핵심 단어로 선정하고, 사용자에게 이 단어의 정의를 묻는다. 이 방식에서는 PDF의 어떤 단어가 핵심 단어인지 파악하는 데에 어려움이 있었다. 관련 라이브러리가 부족하여 이 대안으로 단어가 문서에서 나온 빈도수를 사용하는 방법을 생각하였다. 하지만 빈도수를 활용한 단어의 경우, 비 핵심적 단어도 충분히 자주 사용되었기에 문제가 있었다. 또한 단어 정의 방식은 물을 수 있는 문제가 제한되는 문제점도 있어서 제외하였다.

빈칸 생성 방식은 온전한 문장에 빈칸을 생성하는 방식이다. 표 13과 같이 “_____ is an essential class in SKKU”와 같은 문장이 생성된다면, 사용자는 빈칸에 “Capstone Design”을 입력해야 한다. 이 방식은 사용자 입장에서 가장 익숙한 퀴즈 형태이다. 또한 Quiz 생성 시 빈칸을 생성하기만 하면 되고, 채점을 할 때에도 알고리즘이 어떤 단어를 지웠는지 체크를하게 된다면, 채점을 하기도 용이하다. 그러므로 본 팀은 퀴즈 생성이 쉽고, 사용자에게도 간편한 빈칸 생성 방식을 사용하기로 하였다.

빈칸 생성 방법을 퀴즈 생성 알고리즘으로 채택한 뒤 어떤 단어를 빈칸으로 만들지 고려하였다. 영어 문장은 크게 5 가지 형식으로 구분되는데, 그 형식은 아래 표와 같다.

표 16 5 가지 형식으로 나뉘는 영어 문장 구조

| 문장 형식 | 1 형식 | 2 형식 | 3 형식 | 4 형식 | 5 형식 |
|-------|---------|-----------------|------------------|-------------------------------|----------------------------|
| 문장 구조 | 주어 + 동사 | 주어 + 동사 + 보어 | 주어 + 동사 + 목적어 | 주어 + 동사 + 간접목적어 + 직접목적어 | 주어 + 동사 + 목적어 + 목적보어 |

영어 문장의 형식에 관계없이 필요한 품사는 주어와 동사이다. 특히, My Summary Note는 학습을 위한 애플리케이션이기 때문에 새로운 개념에 대한 정의가 추가된다. 중요한 핵심 개념은 주로 명사의 형태로 문장에 위치할 것이므로, 명사를 최우선 순위로 선정하고 여러 명사 중 일부를 특정 확률로 빈칸으로 생성하며, 그 다음 동사 중 be 동사를 제외한 단어를 특정 확률로 빈칸으로 생성한다.

Apache의 OpenNLP 라이브러리를 사용하여, 문장 성분을 분석하고 품사를 구분하여 토큰별로 태그를 달아주는 POStagger 클래스를 수정하여 이용한다. 요약노트에 있는 문장들을 분류 별로 입력 값으로 받아서, 문장성분을 분석한다. 단수/불가산 명사, 복수명사, 고유명사 등의 명사형태는 최소 한 단어는 빈칸처리를 하고 나머지에 대해서는 각각 단어 별로 60% 확률로 빈칸처리를 한다. be 동사를 제외한 동사원형, 과거형, 동명사/현재분사, 과거분사와 같은 동사류는 단어마다 각각 40% 확률로 빈칸 처리를 한다. POStagger로 필터링하는 문장 성분들은 다음 표와 같다.

표 17 POS tagger 클래스로 구분할 수 있는 문장 성분들

| 명사류(60%) | | 동사류(40%) | |
|----------|-----------|----------|-------------|
| NN | 단수/불가산 명사 | VB | 동사 원형 |
| NNS | 복수 명사 | VBD | 동사 과거형 |
| NNP | 단수 고유명사 | VBG | 동명사/현재분사 |
| NNPS | 복수 고유명사 | VBN | 과거분사 |
| | | VBP | 비 3 인칭 현재동사 |
| | | VBZ | 3 인칭 단수현재동사 |

또한 플래그를 설정하여 연속적인 빈칸 생성을 방지하여, 사용자가 빈칸에 답을 채워 넣는 것에 어려움이 없도록 하였다.

OpenNLP에서 제공하는 POS tagging에 쓰이는 모델 파일은, 영어에 한해서는 두 가지 옵션이 있었다. Perceptron 모델과 Max-entropy 모델인데 전자는 후자보다 가볍고 모델 로딩 속도도 조금 더 빠르지만, 정확도에 있어서 trade-off가 존재함을 확인하였다.

```
D:\학교\4-1\종설 프로젝트\opennlp\apache-opennlp-1.6.0\bin>opennlp POSTagger en-pos-perceptron.zip
Loading POS Tagger model ... done <0.609s>
Structure relates to the way in which things are put together.
Structure_NP relates_VBZ to_TO the_DT way_NN in_IN which_WDT things_NNS are_VBP put_VBN together._RB
```

그림 59 Perception 모델을 사용했을 때 단어의 품사를 인식하지 못한 예시

그림 54는 Perceptron 모델을 이용해서 POSTagging을 한 결과인데, ‘Structure’와 같이 실제 단수명사(NN)임에도 불구하고 명사로 인식하지 못하는 단어들이 발견 되었고, 여러 문장들로 tagging 테스트를 더 진행해 본 결과, 같은 문제가 발생하는 경우가 있어 좀더 용량이 크고 로딩이 느리지만 정확도를 위해 Max-entropy 모델을 사용하기로 하였다.

로딩 속도를 테스트한 결과, Max-entropy 모델의 모델 파일을 완전히 로딩하는 데 소요되는 시간은 약 13~15초였다. 사용자가 CREATE QUIZ 버튼을 누르고 10초 간 모델 파일 로딩을 위해 대기해야 한다는 점은 성능 면에서 큰 문제로 인식될 가능성이 높아, 앱이 실행될 때 백그라운드에서 미리 로딩을 하고 사용자가 CREATE QUIZ 버튼을 누를 경우 로딩된 데이터를 사용하기로 하였다. 사용자가 CREATE QUIZ 버튼을 누를 때 로딩이 완료되지 않았다면 모델 파일이 로딩중임을 알리는 디아얼로그가 사용자에게 표시된다.

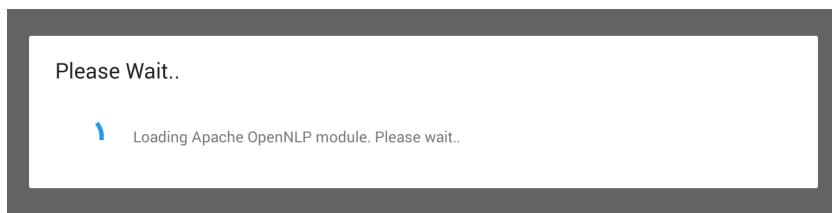


그림 60 OpenNLP 로딩이 끝나지 않았을 때 사용자가 퀴즈 생성을 요청할 경우 표시되는 로딩 디아얼로그

테스트 결과 의도적인 목적으로 최단시간 내에 CREATE QUIZ 버튼을 누르는 것이 아니라면 로딩 메시지를 볼 수 없었으며, 백그라운드 로딩으로 인한 끊김 등의 불편함은 없었다.

8. 참고 문헌

- 1 한국인터넷진흥원. 2012년 11월 5주차 주간 인터넷 동향: 전세계 모바일 애플리케이션 시장 규모 증가 추이. 2012. [Online]. Available: <http://isis.kisa.or.kr/board/index.jsp?pageId=060100&bbsId=1&itemId=791&pageIndex=8>.
- 2 Bowker market research, 2013 annual review: e-book share of unit sales by categories, 2012
- 3 Good e-Reader, eBooks will account for 50% of all books sold by 2016, 2012, [Online]. Available: <http://goodereader.com/blog/electronic-readers/ebooks-will-account-for-50-of-all-books-sold-by-2016>
- 4 Diffen LLC. Evernote vs Microsoft OneNote. 2014. [Online]. Available: http://www.diffen.com/difference/Evernote_vs_Microsoft_OneNote
- 5 ErgoNotes. Evernote vs OneNote: Visual Comparison. 2014
- 6 Youxel Technology. Summary Pro for iPad. 2013. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=i8aNXynGcPc>
- 7 Android Developers, Loading Large Bitmaps Efficiently, [Online]. Available: <http://developer.android.com/training/displaying-bitmaps/load-bitmap.html#decodeSampledBitmapFromResource>
- 8 Android Developers, Processing Bitmaps Off the UI Thread, [Online]. Available: <http://developer.android.com/training/displaying-bitmaps/process-bitmap.html>
- 9 Big Nerd Ranch, RecyclerView Part1: Fundamentals for ListView Experts, [Online]. Available: <https://www.bignerdranch.com/blog/recyclerview-part-1-fundamentals-for-listview-experts/>
- 10 CODEPATH, Using the RecyclerView, [Online]. Available: <https://guides.codepath.com/android/Using-the-RecyclerView>
- 11 삼성전자, 갤럭시 노트 2014 에디션, [Online]. Available: <http://www.samsung.com/sec/consumer/mobile-tablet/tablet/tablet-others/SM-P6000ZWEKOO>
- 12 Apache, Apache Subversion Features, [Online]. Available: <http://subversion.apache.org/features.html>
- 13 Google, Android Studio, [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Android_Studio
- 14 Apache, PDFBox, [Online]. Available: <http://pdfbox.apache.org/>
- 15 Apache, PDFBox for Android, [Online]. Available: <https://github.com/TomRoush/PdfBox-Android>
- 16 Google, Google Developers Korea Blog, [Online]. Available: <http://googledevkr.blogspot.kr/2014/10/appcompat-v21-material-design-for-pre.html>
- 17 Mike Penz, MaterialDrawer, [Online]. Available: <https://github.com/mikepenz/MaterialDrawer>
- 18 Dmytro Tarianyk, FloatingActionButton, [Online]. Available: <https://github.com/Clans/FloatingActionButton>
- 19 Mike Penz, Android-Iconics, [Online]. Available: <https://github.com/mikepenz/Android-Iconics>
- 20 Jonas Kalderstam, NoNonsense-FilePicker, [Online]. Available: <https://github.com/spacecowboy/NoNonsense-FilePicker>
- 21 Zhang Hai, Material Design Progressbar, [Online]. Available: <https://github.com/DreaminginCodeZH/MaterialProgressBar>
- 22 Solovyev, Linear Layout Manager, [Online]. Available: <https://github.com/serso/android-linear-layout-manager>
- 23 Eduardo Barrenechea, Header-decor, [Online]. Available: <https://github.com/edubarr/header-decor>
- 24 Artem Votincev, FlowLayout, [Online]. Available: <https://github.com/ApmeM/android-flowlayout>
- 25 Blaz Solar, FlowLayout, [Online]. Available: <https://github.com/blazsolar/FlowLayout>