

# FMEA 와 FTA 를 활용한 챗봇 시스템의 사용성 개선 프로세스

이연재\*, 송재우\*, 한혁수\*

\*상명대학교 컴퓨터과학과

e-mail : yj.lee.colin@gmail.com, wodn5428@gmail.com, hshan@smu.ac.kr

## Usability Improvement Process of Chatbot System Using FMEA and FTA

Yeonjae Lee \*, Jaewoo Song\*, Hyuksoo Han \*

\*Dept. of Computer Science, Sangmyung University

### 요 약

챗봇(Chatbot)은 자연어처리기술 등 인공지능 기술을 기반으로 한 사용자 친화적인 대화 방식 인터페이스를 제공하는 장점이 있어, 금융, 상담, 주문 등 다양한 산업 분야에서 적용되고 있다. 그러나, 챗봇의 응답이 사용자의 정신 모형과 불일치하는 경우, 다음 대화를 이어가는데 어려움을 야기하게 된다. 그러므로, 챗봇의 사용성을 확보하기 위해서는 응답 오류의 제거 또는 완화가 필수적이다. 기존의 챗봇의 사용성 개선과 관련된 연구들은 설문조사와 인터뷰 등 사용성 평가를 통해 상위 수준의 개선 방향만을 제안하고 있다. 따라서, 챗봇 개발 시, 실무자들이 응답 오류의 문제점을 분석하고, 이를 해결하기 위한 구체적인 개선 방안을 제시하는 데 한계가 있었다.

본 논문에서는 FMEA(Failure Modes and Effects Analysis) 기법을 활용해, 응답 오류의 치명도를 파악하고, 치명적인 오류들에 대해서는 FTA(Fault Tree Analysis) 기법을 기반으로 원인 분석을 실시하여 구체적으로 문제를 해결하기 위한 프로세스를 제안한다. 본 프로세스의 효용성을 검증하기 위해 주문 도메인의 챗봇에 적용해 보았다.

### 1. 서론

챗봇은 인공지능 기술을 대화형 인터페이스에 접목한 것으로, 최근 메신저 서비스의 사용자 수가 급증하면서 주요한 비즈니스 모델이 되고 있다[1].



(그림 1) 챗봇의 대화형 인터페이스 개념도

챗봇의 대화형 인터페이스는 그림 1 과 같이 사용자가 메시지 입력을 통해 원하는 서비스를 제공받는 형태로, 빠른 고객 서비스 제공이 필요한 고객 상담 또는 민원 응대 분야에서 활발하게 적용되고 있다.

그러나, 자연어 처리 능력 부족, 의도 파악 실패, 응용 분야의 전문지식 부족 등의 원인으로 인해 챗봇의 응답이 사용자의 정신 모형(mental model)과 불일치

하는 경우, 다음 대화를 이어나가는데 어려움을 야기하게 된다. 그러므로, 챗봇의 사용성을 확보하기 위해서는 응답 오류의 제거 및 완화가 필수적이다.

챗봇의 사용성을 개선하기 위한 기존 연구들은 주로 설문조사와 인터뷰 등 사용성 평가를 통한 문제점 파악, 온톨로지를 활용한 지식 부족 보완 등 상위 수준의 개선 방향만을 제안하고 있다. 따라서, 챗봇 개발 시 실무자들이 개선 방안을 체계적으로 파악하는데 어려움이 있었다.

본 논문에서는 챗봇 시스템의 개발 생명주기를 기반으로, 챗봇 시스템에서 발생할 수 있는 응답 오류를 분석하고 개선안을 도출하는 4 단계 프로세스를 제시한다. FMEA 기법을 활용해 응답 오류의 심각도 및 발생도를 파악하고, 치명적인 오류들에 대해서는 FTA 기법을 기반으로 원인을 분석하는 구체적인 문제 해결을 지원한다. 제시한 프로세스의 효용성을 파악하기 위해 메신저 기반의 주문 챗봇 시스템에 적용해 보았다.

## 2. 관련연구

### 2.1. 챗봇과 대화형 인터페이스

챗봇은 ‘Chatting Robot’의 줄임말로, 대화를 통해 사용자의 질문에 대응하는 정보 및 서비스를 제공하는 대화 시스템(dialogue system)이다[2].

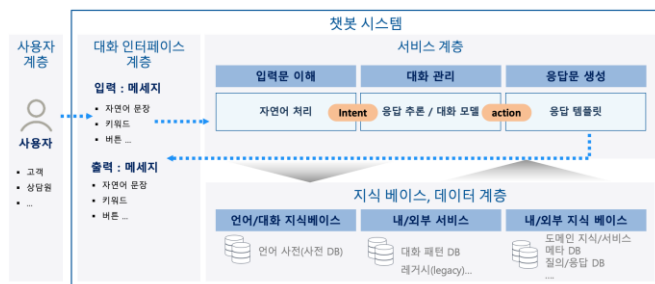
대화 시스템은 적용 방법에 따라 다음과 같이 구분한다.

- 목적 지향(task-oriented) 대화 시스템
  - 음식 배달, 항공권 예약, 식당 및 호텔 예약 등 한정된 도메인 내에서 특정 목적 달성을 지원하기 위한 시스템.
- 비목적 지향(non-task-oriented) 대화 시스템
  - 특정 분야를 한정하지 않고, 다양한 주제의 자연스러운 대화를 목표로 하는 대화 지향(chat-oriented) 시스템.

### 2.2 챗봇 개발 구성요소

챗봇 시스템의 주요 구성은 그림 2와 같이, 사용자 메시지를 시스템이 이해 가능한 형태로 처리하는 입력문 이해 모듈, 의도를 파악하고 알맞은 응답을 추론하고 계획하는 대화 관리 모듈, 사용자가 이해 가능한 형태의 메시지를 생성하는 응답문 생성 모듈, 그리고 대화에 필요한 지식을 제공하는 지식 베이스 모듈로 구성된다.

사용자 메시지를 이해하기 위한 방법으로는 형태소 분석, 개체명 분석, 화용 분석 등의 자연어 처리 기법들을 활용하는 것이 일반적이다. 학습을 통해 사용자 메시지의 인텐트(intent)를 예측하고, 그에 대응되는 작업(action)을 수행한다. 또한, 지식 베이스에 포함된 데이터 및 내/외부 서비스를 기반으로 정보 및 서비스를 제공한다.



(그림 2) 챗봇 시스템 구조도

챗봇 개발을 위한 대표적인 방법은 다음과 같다.

- 규칙 기반 방식
  - 예상 가능한 대화 시나리오 또는, 대화 내용의 특정 질문-대화 패턴을 기반으로 가능한 정답 후보 중 가장 적절한 답변을 선정하는 방식.

### ● 딥러닝 기반 방식

- 신경망 기반의 모델, 언어 모델 등을 활용하여 질문-대답 쌍의 데이터를 학습하고, 이를 기반으로 입력 메시지의 인텐트에 가장 적절한 답변을 예측하는 방식.

### 2.3 사용성(Usability)과 정신모형(Mental Model)

제품의 품질 특성 중 하나인 사용성은 사용자가 제품을 사용하는 데 있어서 얼마나 사용하기 쉬운가를 나타내는 지표이다[3].

사용자는 어떤 시스템을 처음 접했을 때, 기존의 경험과 대상 시스템의 인터페이스를 통해 시스템의 작동 원리에 대한 나름대로의 이미지를 갖는다. 이러한 이미지를 정신 모형이라 한다. 시스템의 반응이 사용자의 정신모형과 일치하지 않는다면 친밀도와 만족도 등의 사용성은 크게 떨어지게 된다.

챗봇의 사용성도 사용자의 정신모형을 어떻게 충족시키는가에 따라 크게 좌우된다. 예를 들어, 주문 챗봇에 “아동용 제외하고 상품 추천해줘”라고 입력한 사용자의 정신모형은 시스템이 이전 응답 중 아동용 상품을 제외한 상품 목록을 보여주는 것이다. 그러나, 시스템이 만약, “아동용” 키워드 관련 상품 정보를 여전히 제공한다면, 이것은 사용자의 정신모형과 다른 응답 오류이다.

정신 모형과의 불일치를 가져오는 대화형 인터페이스의 오류 유형은 시스템의 기능 또는 성능의 부족을 중심으로 구분할 수 있다.

본 논문에서는 표 1과 같이 사용자 메시지에 대한 전처리 오류, 의도 인식 오류, 지식 베이스 오류, 답변 생성 오류로 구분하였다.

<표 1> 대화형 인터페이스 오류 유형 예

오류 유형	설명
전처리 오류	사용자 입력 메시지에 대한 자연어 처리 오류로 인해 사용자의 질문 또는 요청을 인식하지 못함 - 입력 텍스트의 문법, 오타 등 처리 오류 ...
의도 인식 오류	입력 메시지의 인텐트 추출 결과의 오류로 인해 정확한 의도를 인식 및 다음 발화 계획을 수립할 수 없음. - 엔티티(entity) 등 선행 의도 분석을 위한 정보의 누락 ...
지식 베이스 오류	시스템 내/외부의 지식 데이터 오류 - 도메인 영역 지식 분석 오류 ...
답변 생성 오류	대화 맥락에서 벗어나는 응답 또는 부정확한 응답 - 질문 관련 내용이 누락되는 답변 오류 ...

### 2.4 FMEA와 FTA

FMEA는 시스템의 발생 가능한 고장 모드(failure modes)를 정의하고, 영향도(effect)를 분석하여, 해결 또는 예방책을 식별하는 분석 기법이다[4]. 그림 4와

같이, 테이블 형태의 양식에 가능한 모든 고장 모드들을 나열하고, 각 고장 모드의 심각도(severity)와 발생도(likelihood)를 기반으로 치명도(criticality)를 평가한다.

FTA 는 시스템의 특정 고장(failure)에 대해 논리적 구조를 기반으로 가능한 근본 원인을 식별하는 분석 기법이다[4]. 그림 5 와 같이, 분석 대상의 고장 모드를 최상단 노드로 설정하고, 트리 형식의 논리 차트를 통해 원인을 분석한다.

### 3. 기존연구

Ren 등은 챗봇의 사용성 평가가 주로 설문조사 등 비형식적인 실험으로 이루어져 있다고 분석하고, 보다 형식을 갖춘 실험의 필요성을 주장했다[5]. Jain 등은 챗봇을 처음 사용하는 사용자들에게 초점을 맞추고, 챗 로그(chat-log)와 인터뷰를 통해 그들이 선호하는 챗봇의 특징과 전반적으로 개선되어야 하는 요소들을 파악하였다[6]. Kuligowsak 은 사업용 챗봇에 대한 성능, 사용성 및 전반적인 품질을 측정하기 위한 지표를 제안하고, 다차원 평가의 중요성을 강조했다[7]. Pereir 등은 챗봇에 대한 품질 특성을 제안하고, 품질 특성과 대중적 인기와의 상관관계를 분석했다[8]. 유한나 등은 챗봇의 디자인 프로세스를 제시했고[9], 이지원 등은 상담 챗봇의 사용성을 분석하여 부정적 평가 반응을 기반으로 문제점을 분석했다[10].

기존 연구들은 사용성 분석 및 평가를 통해 챗봇 시스템의 전반적인 개선 방향은 제시하고 있으나, 챗봇 시스템의 구현 측면에서의 문제점 및 개선사항을 파악하기 위한 방법은 제시하지 않고 있다.

### 4. 제안 프로세스와 적용사례

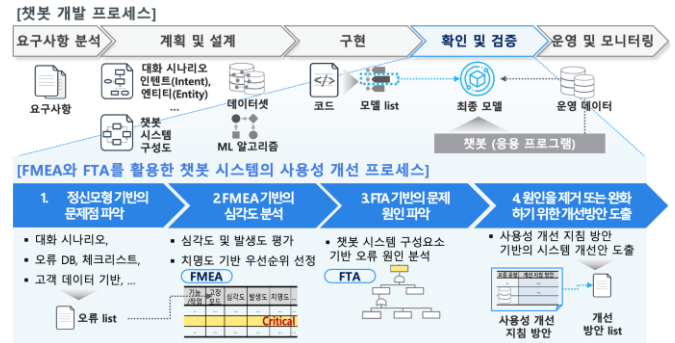
본 논문에서는 챗봇 시스템 사용성 개선 프로세스를 그림 3 과 같이 4 단계로 제안하고, 주문형 챗봇 시스템에 적용해 보았다.

주문형 챗봇 시스템은 텍스트 형태의 사용자 메시지를 입력으로 받아 사용자의 의도를 분석하고, 상품 정보 제공, 상품 주문, 그 외에 간편 고객 서비스 업무처리 등을 제공하는 메신저 기반 챗봇 시스템이다.

#### 4.1. 정신모형 기반의 문제점 파악 단계

사용자가 기대하는 응답과 시스템의 실제 응답이 일치하지 않는 오류를 파악하는 단계이다.

그림 4 의 (a)는 주문형 챗봇 시스템의 “SC01. 상품문의” 기능에 대해 식별한 오류의 일부를 나타낸다. “의도(intent) 파악 오류, 입력 메시지 전처리 오류, 의도 분석을 위한 선행 정보 누락 오류, 동일 응답 패턴 반복 오류, 지식베이스 오류” 등이 응답 오류로 도출되었다.



(그림 3) FMEA와 FTA를 활용한 챗봇 시스템의 사용성 개선 프로세스

#### 4.2. FMEA 기반의 치명도 분석 단계

이 단계의 목표는 식별된 오류들의 심각도를 평가하여, 해결해야 할 오류들의 우선순위를 선별하는 것이다. FMEA 시트에 식별된 오류들을 고장 모드로 등록하고, 해당 오류의 발생이 사용자에게 미치는 잠재적 영향을 파악한다. 그 다음, 오류 및 잠재적 영향에 대한 심각도 및 발생도를 평가한다. 심각도와 발생도 평가 기준에 따라 치명도 등급을 결정하여 우선순위화된 최종 오류 리스트를 도출한다.

그림 4 와 같이, 주문형 챗봇 시스템의 응답 오류에 대한 치명도 평가 결과, “FM01.의도(intent) 파악 오류”가 가장 우선으로 개선해야 하는 응답 오류로 선정되었다.

#### 4.3. FTA 기반의 문제 원인 파악 단계

이 단계에서는 치명도가 높은 오류들에 대해, 챗봇 개발 생명주기와 그림 2 의 챗봇 구성요소들을 기반으로 원인을 분석한다.

그림 5 는 FTA 분석 결과로 도출된 FM01 에 대한 원인의 일부를 설명한다. 입력문 이해 모듈과 관련된 오류로는 “E01.품사 인식 실패, E02.개체명 인식 실패, E03.미등록 인텐트(intent)” 등이 도출되었고, 대화관리 모듈 관련 오류로는 “E12.편향된 학습 데이터” 등이 도출되었으며, 응답문 생성 모듈 관련 오류로는 “E14. 부적절한 응답 템플릿 사용” 등이 주요 원인으로 파악되었다.

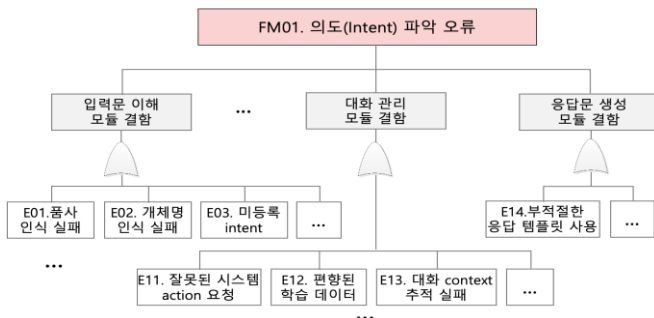
#### 4.4. 원인을 제거 또는 완화하기 위한 개선방안 도출 단계

FTA 의 분석 결과를 기반으로 시스템을 개선하기 위한 방안을 작성하는 단계이다. 규칙, 딥러닝 방식 기반 챗봇에서 발생하는 대표적인 오류 유형들과 그에 대한 대처방안들을 정리한 사용성 개선 지침 방안에 따라 도출한다. 다음은 SC01 기능의 개선방안을 도출한 예시의 일부이다.

기능/작업	대화 스크립트				오류(고장 모드) (a)	잠재적 영향	심각도	발생도	치명도	
	사용자 메시지	시스템 정보	시스템 응답	시스템 정보						
SC01 상품문의	SC01_1 모든 브랜드 신발 찾아줘	...	...	...	FM01. 의도(intent) 파악 오류	대화 전개 불가, 작업 수행 실패, 사용자 이탈 가능성이 높음	4	3	Critical	
		Input element type : text Entity : @itemType @brand... Intent : req_item_inquiry ...	모든 브랜드를 찾을 수 없습니다. 다른 카테고리를 선택하시겠어요?	Response element type : button Response intent : response_fallback	FM02. 입력 메시지 전처리 오류	대화 방해, 부담이 있음, 사용자 이탈 가능성 있음(다음 대화를 이어가기 위해 고민해야함)	3	3	High	
		...	...	...	FM03. 의도 분석을 위한 선행 정보 누락 오류	대화 방해, 부담이 있음, 사용자 이탈 가능성 있음(다음 대화를 이어가기 위해 고민해야함)	3	2	Medium	
	SC01_2 여성용 레더 재킷 찾아줘	...	...	...	...	...	...	...	...	...
		여성용 레더 재킷 찾아줘	Input element type : text Entity : @itemType, ... Intent : req_item_inquiry ...	자켓 상품을 추천해드릴게요. [여성용 자켓 목록]	Response element type : text, carousel Response intent : response_query_result	FM04. 미들웨어 처리 오류 (도메인어, 고유명사, 약어 등) ...	대화 방해, 부담이 있음, 사용자 이탈 가능성 있음(다음 대화를 이어가기 위해 고민해야함)	3	2	Medium
		...	...	...	...	FM01. 의도(intent) 파악 오류	대화 전개 불가, 작업 수행 실패, 사용자 이탈 가능성이 높음	4	3	Critical
		...	...	...	...	FM05. 지식베이스 오류	대화 전개 불가, 작업 수행 실패, 사용자 이탈 가능성이 높음	4	3	Critical
		여성용 가죽 자켓 찾아줘	Input element type : text Entity : @itemType, ... Intent : req_item_inquiry ...	자켓 상품을 추천해드릴게요. [여성용 자켓 목록]	Response element type : text, carousel	FM06. 동일 응답 패턴 반복 오류	대화가 매끄럽지 못함(응답이 문맥에 맞지 않으나, 이해할 수 있음)	1	3	Low
		...	...	...	...	...	...	...	...	...
		...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...		

(그림 4) FMEA 기반의 원인 분석 및 영향도 평가의 예

- 미인식 결과 검토 및 데이터 정답 태깅, 재학습 수행
- 미들웨어 처리를 위한 도메인 지식 사전 추가
- 자주 발생하는 공통 오류에 대한 처리 규칙 추가
- 시스템 응답에 대한 사용자 피드백 데이터를 학습에 반영
- 의도가 불분명한 질문에 대해서는, 유사 질문 기반의 재질의 수행
- ...



(그림 5) FTA 기반의 원인 분석 결과의 예

## 5. 결론

본 논문에서는 FMEA 와 FTA 를 활용하여, 치명적인 응답 오류들에 대한 개선 프로세스를 제안했다. 제안한 프로세스의 장점은 다음과 같다.

첫째, 챗봇의 응답 오류 발생원인을 챗봇 개발 생명주기와 챗봇 시스템 구성요소를 기반으로 분석하여, 실제 구현 수준에서 개선 사항을 제시했다.

둘째, 체계적인 응답 오류 개선 프로세스를 제시하여, 실무자 개인 역량에 의존하는 것이 아닌, 프로세스 기반의 개선 과정을 구축했다.

셋째, FMEA 와 FTA 를 활용하여, 치명도가 높은 응답 오류에 대한 체계적인 분석 방법을 제시했다.

향후 다양한 도메인의 챗봇에 적용을 통해 제안 프로세스를 보완해 나갈 예정이다.

## 사사

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW 중심대학지원사업의 연구결과로 수행되었음 (2019-0-01880).

## 참고문헌

- [1] 이윤희, “챗봇 : AI 채팅앱의 다양한 서비스 창출과 시장 확대 기대”, KISTI 마켓리포트 인공지능 특집호, 12-16, 2016.
- [2] 김성근, 신민철, 강주영, “챗봇 기술 소개 및 사례 분석”, 정보와 통신 열린강좌, 35(2(별책 8 호)), 21-28, 2018.
- [3] Shneiderman, Ben, and Catherine Plaisant, “Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction.” Pearson Education India, 2010.
- [4] Leveson, Nancy G. “Safeware: system safety and computers.” Addison-Wesley, 1995.
- [5] Ren, Ranci, John W. Castro, Silvia Teresita Acuña, Juan de Lara. "Usability of Chatbots: A Systematic Mapping Study.", SEKE, 479-617, 2019.
- [6] Jain, Mohit, Pratyush Kumar, Ramachandra Kota, Shwetak N. Patel., "Evaluating and informing the design of chatbots.", In Proceedings of the 2018 Designing Interactive Systems Conference., 895-906, 2018.
- [7] Kuligowska, Karolina, "Commercial chatbot: performance evaluation, usability metrics and quality standards of embodied conversational agents.", Professionals Center for Business Research, 2015.
- [8] Pereira, Juanan, and Oscar Díaz, "A quality analysis of facebook messenger's most popular chatbots.", In Proceedings of the 33rd annual ACM symposium on applied computing, 2144-2150, 2018.
- [9] 유한나, 최지윤, 한상진, 박진우. "챗봇의 대화형 인터페이스 디자인을 위한 대화형 맵 및 가이드라인." 한국 HCI 학회 학술대회, 86-91, 2018.
- [10] 이지원, 양현정, 김지근, “상담 챗봇 구현을 위한 시나리오 개발 및 유용성 검증”, 한국콘텐츠학회 논문지, 19 권, 제 4 호, 12-29, 2019.