



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0070963
(43) 공개일자 2023년05월23일

- | | |
|--|--|
| (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G10L 15/08 (2006.01) G06F 17/18 (2006.01)
G06F 40/205 (2020.01) G06F 40/289 (2020.01)
G06F 40/35 (2020.01) G06N 20/00 (2019.01)
G10L 15/06 (2006.01) G10L 15/26 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G10L 15/08 (2013.01)
G06F 17/18 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0157070
(22) 출원일자 2021년11월15일
심사청구일자 없음 | (71) 출원인
포항공과대학교 산학협력단
경상북도 포항시 남구 청암로 77 (지곡동)
(72) 발명자
배소현
경상북도 포항시 남구 지곡로 20, 11동 304호
이근배
서울특별시 서초구 서운로 221, 103동 1203호
(74) 대리인
특허법인이상 |
|--|--|

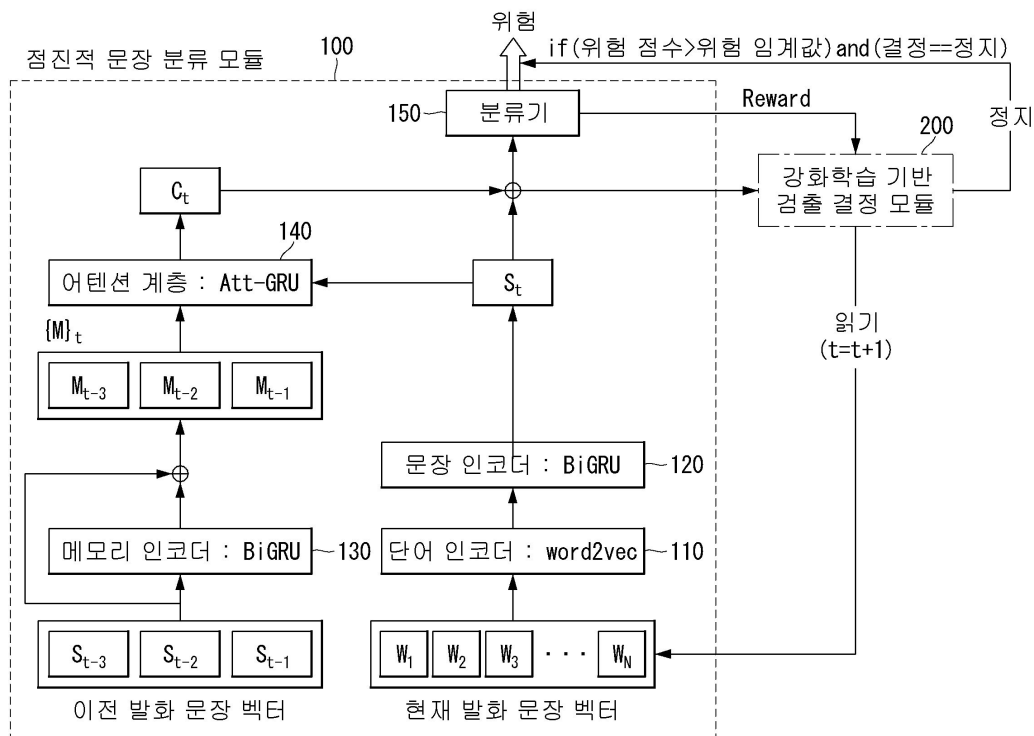
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명의 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치는, 프로세서(processor) 및 프로세서를 통해 실행되는 적어도 하나의 명령이 저장된 메모리(memory)를 포함하고, 상기 적어도 하나의 명령은 상기 프로세서가, 점진적 문장 분류 모듈이 전체 대화가 일련의 발화 문장으로 구성된다고 할 때 현재 시점까지의 발 (뒷면에 계속)

대표도



화 문장만으로 분류 작업을 수행하여 위험 점수를 계산하는 단계, 강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈이 점진적 문장 분류 모듈의 출력을 입력으로 받아 '읽기' 또는 '정지'의 판단을 내리는 단계 및 강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈에서 읽기 결정이 내려지면, 다음 발화 문장이 점진적 문장 분류 모듈에 입력되고, 정지 결정이 내려지면 위험 점수를 확인하여, 위험 점수가 사전에 정의된 위험 임계값 보다 크면, 대화에 위험이 내포되어 있다고 판단한 후 종료하고, 위험 점수가 임계값 보다 작으면, 다음 발화 문장을 읽고, 대화가 끝날 때까지 위험이 검출되지 않으면, 해당 대화는 위험성이 내포되어 있지 않다고 판단하는 단계를 수행하도록 구성된다.

(52) CPC특허분류

- G06F 40/205 (2020.01)
- G06F 40/289 (2020.01)
- G06F 40/35 (2020.01)
- G06N 20/00 (2021.08)
- G10L 15/063 (2013.01)
- G10L 15/26 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711138812
과제번호	2021-0-00575-001
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	ICT기반사회문제해결기술개발(R&D)
연구과제명	음성·텍스트 딥러닝 기반 보이스피싱 예방 기술 개발
기 여 율	45/100
과제수행기관명	서울대학교 산학협력단
연구기간	2021.04.01 ~ 2021.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711125943
과제번호	2019-0-01906-003
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	인공지능핵심고급인재양성
연구과제명	인공지능대학원지원(포항공과대학교)
기 여 율	45/100
과제수행기관명	포항공과대학교 산학협력단
연구기간	2019.09.01 ~ 2023.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711126317
과제번호	2020-0-01789-002
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	대학ICT연구센터육성지원사업
연구과제명	High Performance Knowledge System 개발 및 인력양성
기 여 율	10/100
과제수행기관명	동국대학교 산학협력단
연구기간	2020.07.01 ~ 2027.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

전체 대화가 일련의 발화 문장으로 구성된다고 할 때 현재 시점까지의 발화 문장만으로 분류 작업을 수행하여 위험 점수를 계산하는, 점진적 문장 분류 모듈;

점진적 문장 분류 모듈의 출력을 입력으로 받아 읽기(Read) 또는 정지(Stop)의 판단을 내리는 강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈; 을 포함하고,

강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈에서 읽기 결정이 내려지면, 다음 발화 문장이 점진적 문장 분류 모듈에 입력되고, 정지 결정이 내려지면 위험 점수를 확인하여, 위험 점수가 사전에 정의된 위험 임계값 보다 크면, 대화에 위험이 내포되어 있다고 판단한 후 종료하고, 위험 점수가 임계값 보다 작으면, 다음 발화 문장을 읽고, 대화가 끝날 때까지 위험이 검출되지 않으면, 해당 대화는 위험성이 내포되어 있지 않다고 판단하는,

점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 장치는,

문장을 구성하는 각 단어를 하나의 벡터로 표현하는 단어 인코더;

단어 인코더의 출력인 일련의 단어 벡터들을 입력으로 받아 문장 벡터를 생성하는 문장 인코더;

Bidirectional-GRU(BiGRU), max-over-time pooling 계층, tanh 계층으로 구성되는 문장 인코더;

임베딩된 문장 벡터를 입력으로 받아 메모리를 형성하는 메모리 인코더;

현재 시점에 입력된 문장 벡터 S_t 가 메모리와 상호작용할 수 있도록 하는 어텐션 계층; 및

분류 점수를 출력하는 분류기; 를 더 포함하는,

점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서, 단어 인코더는,

사전 학습된 word2vec을 사용하는,

점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치.

청구항 4

청구항 2에 있어서, 문장 인코더는,

BiGRU는 독립적인 단어 벡터들이 상호작용할 수 있도록 하는 Bidirectional-GRU(BiGRU);

BiGRU의 출력을 입력으로 받아 하나의 문장 벡터를 생성하는 Max-over-time pooling 계층;

보편적으로 사용되는 활성화 함수인 Tanh 계층; 을 포함하고,

수학식 1과 같은 방식으로 문장 벡터를 형성하는,

점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치.

(수학식 1)

$$h_n = BiGRU(x_n, h_{n-1})$$

$$h = MaxPool(\{h_n\}_{n=1}^N)$$

$$S = \tanh(W_s h + b_s)$$

청구항 5

청구항 2에 있어서, 메모리 인코더는, BiGRU로 구성되며, 독립적인 문장 벡터들이 상호작용하여 문장 간의 문맥 정보를 지닐 수 있게 하고, 문장 벡터 자체의 정보를 보존하기 위해 메모리 인코더(130)의 출력에 이전 발화 문장 벡터 각각을 더해주고, 생성된 메모리는 이전 발화 문장 벡터 수만큼의 메모리 벡터들로 구성되는, 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치.

청구항 6

청구항 2에 있어서, 어텐션 계층은, St와 메모리 벡터들 사이의 내적과 소프트맥스(softmax) 연산을 통해 어텐션 가중치를 계산하는, 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치.

청구항 7

청구항 6에 있어서, 어텐션 가중치는, GRU 셀(cell)의 내적 상태(internal state)를 갱신할 때 사용되어 St와 관계성이 높은 메모리 벡터의 정보를 더 많이 유지하고, 어텐션 계층의 출력으로 이전 문장들에 대한 정보를 함축하고 있는 하나의 문맥 벡터 Ct가 생성되는, 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치.

청구항 8

청구항 2에 있어서, 분류기는, (Ct + St)를 입력으로 받아서 현재 문장이 일반적인 문장인지, 위험성을 내포한 문장인지의 확률 값에 해당하는 분류 점수를 출력하는, 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치.

청구항 9

청구항 1에 있어서, 상기 장치는, 위험을 정확하게 검출하기 위해 위험 검출을 제대로 하지 못한 경우 음수의 보상을 부여하고, 검출을 올바르게 한 경우 양수의 보상이 부여되는데, 이때 검출 신속성을 반영하기 위해 읽은 문장 수가 많아질수록 부여되는 보상이 작아지도록 설계하는, 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치.

청구항 10

청구항 1에 있어서, 상기 장치는,

강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈은 어텐션 계층의 출력 C와 현재의 문장 벡터 S의 합을 입력으로 받고, 입력은 4층 선형 계층과 시그모이드(sigmoid) 함수를 거치게 되며 베르누리(Bernoulli) 분포를 통해 읽기(Read)(0) 또는 정지(Stop)(1)이 출력되는, 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치.

청구항 11

청구항 10에 있어서, 상기 장치는, 보상 설계가 표 1의 네 가지의 보상을 활용하는 강화학습을 사용하고, 분류 성공에서 prob은 예측한 클래스에 대한 분류기의 소프트맥스(softmax) 점수로, 모델이 높은 확률로 올바른 예측을 할 경우 더 큰 보상을 받게 되고, 신속성(earliness)은 분류 신속성을 반영한 보상으로, 참조하는 문장의 수가 많아질수록 작은 보상을 부여 받게 되고, 대화를 구성하는 전체 발화 개수의 절반을 참조했을 때 수학적 2의 신속성(earliness)이 0.5가 되도록 해당 식의 p 값을 지정하고, R1과 R2의 경우 보상에 분류 점수 prob만을 반영하고, R3와 R4에는 분류 신속성과 분류 점수를 함께 보상에 반영하는 강화학습을 사용하는, 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치.

(표 1)

강화학습을 위한 보상 설계

	분류 성공		분류 실패	
	위험	일반	모두	조기
R1	prob	prob	-1	-1
R2	prob	prob	-1	-2
R3	$2 \times \text{prob} \times \text{earliness}$	prob	-1	-1
R4	$2 \times \text{prob} \times \text{earliness}$	prob	-1	-2

(수학적 2)

$$\text{penalty}(d) := -1 + \frac{2}{1 + \exp(-p \cdot (d - 1))}$$

$$\text{earliness} := 1 - \text{penalty}(d)$$

청구항 12

청구항 11에 있어서, 상기 장치는, 검출의 정확성을 측정하기 위한 평가 지표로는 micro F1을 사용하여, 위험 검출 결정 모듈이 ‘정지’ 결정을 내릴 때까지의 텍스트만을 활용한 이진 분류 정확성을 측정하고, 검출의 신속성을 측정하기 위한 평가 지표로 F1과 스피드(Speed)의 곱으로 정의되는 라텐시(Latency) F1을 사용하고, 스피드(Speed)를 구하기 위해서 수학적 3의 페널티(Penalty)를 계산하고, 페널티(Penalty)는 검출 지연에 대해 시스템에 부여하는 값으로, 참조하는 발화 문장 수가 많아질수록 높은 페널티를 부여 받고, 스피드(Speed)는 검출의 신속성을 나타내는 값으로, 각 대화 별로 구한 페널티(Penalty)들의 중앙값으로 정의하여, 라텐시(Latency) F1은 위험 클래스에 대한 F1과 스피드(Speed)의 곱으로 정의되는,

점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치.

(수학적식 3)

$$penalty(d) := -1 + \frac{2}{1 + \exp(-p \cdot (d - 1))}$$

$$speed := 1 - median\{penalty(d) | d \in delay\}$$

$$Latency_F1 := binaryF1 \cdot speed$$

청구항 13

프로세서(processor); 및

프로세서를 통해 실행되는 적어도 하나의 명령이 저장된 메모리(memory); 를 포함하고,

상기 적어도 하나의 명령은 상기 프로세서가:

점진적 문장 분류 모듈이 전체 대화가 일련의 발화 문장으로 구성되었다고 할 때 현재 시점까지의 발화 문장만으로 분류 작업을 수행하여 위험 점수를 계산하는 단계;

강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈이 점진적 문장 분류 모듈의 출력을 입력으로 받아 '읽기' 또는 '정지'의 판단을 내리는 단계; 및

강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈에서 읽기 결정이 내려지면, 다음 발화 문장이 점진적 문장 분류 모듈에 입력되고, 정지 결정이 내려지면 위험 점수를 확인하여, 위험 점수가 사전에 정의된 위험 임계값 보다 크면, 대화에 위험이 내포되어 있다고 판단한 후 종료하고, 위험 점수가 임계값 보다 작으면, 다음 발화 문장을 읽고, 대화가 끝날 때까지 위험이 검출되지 않으면, 해당 대화는 위험성이 내포되어 있지 않다고 판단하는 단계; 를 수행하도록 구성되는,

점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치.

청구항 14

점진적 문장 분류 모듈이 전체 대화가 일련의 발화 문장으로 구성되었다고 할 때 현재 시점까지의 발화 문장만으로 분류 작업을 수행하여 위험 점수를 계산하는 단계;

강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈이 점진적 문장 분류 모듈의 출력을 입력으로 받아 '읽기' 또는 '정지'의 판단을 내리는 단계; 및

강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈에서 읽기 결정이 내려지면, 다음 발화 문장이 점진적 문장 분류 모듈에 입력되고, 정지 결정이 내려지면 위험 점수를 확인하여, 위험 점수가 사전에 정의된 위험 임계값 보다 크면, 대화에 위험이 내포되어 있다고 판단한 후 종료하고, 위험 점수가 임계값 보다 작으면, 다음 발화 문장을 읽고, 대화가 끝날 때까지 위험이 검출되지 않으면, 해당 대화는 위험성이 내포되어 있지 않다고 판단하는 단계; 를 포함하는,

점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 방법.

청구항 15

청구항 14에 있어서, 상기 방법은,

단어 인코더가 문장을 구성하는 각 단어를 하나의 벡터로 표현하는 단계; 를 더 포함하는,

점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 방법.

청구항 16

청구항 14에 있어서, 상기 방법은,

문장 인코더가 단어 인코더의 출력인 일련의 단어 벡터들을 입력으로 받아 문장 벡터를 생성하는 단계; 를 더 포함하는,

점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 방법.

청구항 17

청구항 14에 있어서, 상기 방법은,

메모리 인코더가 임베딩된 문장 벡터를 입력으로 받아 메모리를 형성하는 단계; 를 더 포함하는,

점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 방법.

청구항 18

청구항 14에 있어서, 상기 방법은,

어텐션 계층이 현재 시점에 입력된 문장 벡터 St가 메모리와 상호작용할 수 있도록 하는 단계; 를 더 포함하는,

점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 방법.

청구항 19

청구항 14에 있어서, 상기 방법은,

분류기가 분류 점수를 출력하는 단계; 를 더 포함하는,

점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 방법.

청구항 20

청구항 14 내지 청구항 19 중 어느 한 항의 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 방법의 프로그램을 구현하기 위한 컴퓨터 판독 가능한 기록매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 범죄 위험성이 내포된 대화를 검출하는 시스템에 관한 것으로, 딥 러닝 기반 점진적 분류 방법과 강화학습 기반 검출 결정 방법으로 정확하고 빠르게 범죄 피해 위험이 있는 대화를 검출하는 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 딥 러닝을 활용한 문서 분류 연구 및 기술은 많은 발전을 이루었지만, 해당 기술을 조기 위험 검출 문제에 적용하기에는 두 가지 측면에서 문제가 있다.

[0003] 첫째, 기존 문서 분류 문제에서는 전체 문서를 한 번에 모델의 입력으로 넣어 주므로 문서 전체에 대한 정보를 활용할 수 있다. 반면, 조기 위험 검출 문제는 실시간으로 분류 작업을 수행해야 하므로 전체 대화 정보를 활용할 수 없다.

[0004] 둘째, 기존 문서 분류 문제는 분류 신속성을 고려하지 않지만, 조기 위험 검출 문제에서는 분류(검출)의 신속성이 매우 중요하다. 올바르게 위험을 검출하여도, 너무 늦게 검출되면, 범죄 피해와 같은 심각한 문제가 초래될 수 있다.

[0005] 기존 조기 위험 검출 기술은 기계 학습 기반 기술과 딥 러닝 기반 기술로 나눌 수 있다. SVM, Naïve Bayes와 같은 기계 학습 기반 조기 위험 검출 기술은 딥 러닝 기반 방식에 비해 상대적으로 성능이 낮으며, 대화에 빈번하게 활용되는 어휘와 같은 feature들을 사람이 직접 명시해 주어야 한다는 한계가 있다.

[0006] 딥 러닝 기반 방식에 대한 연구로는 LSTM을 활용한 방법(Analysis of online conversations to detect cyberpredators using recurrent neural networks)이 있다. LSTM을 활용한 방법은 두 단계로 위험을 검출하는데, 첫번째 단계에서는 대화를 구성하는 각 발화 문장의 의도를 분류하고, 두번째 단계에서는 첫번째 단계 분류

결과를 통해 전체 대화에 위험성이 있는지 파악한다.

[0007] 하지만, 첫번째 단계의 딥 러닝 모델 학습을 위해서는 대화를 구성하는 각 발화 문장별 레이블링된 데이터가 필요하며, 위험 검출 신속성에 대해서 주목하지 않았다는 한계가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은, 텍스트 형식의 대화 일부를 참조하여 가능한 빠르고 정확하게 대화에 보이스 피싱, 온라인 그루밍 등의 위험한 상황이 내포되어 있는지 판단하는 조기 위험 검출 기술을 제공하는 것이다.

[0009] 새로운 발화 문장이 들어올 때마다 현재 시점까지 대화의 위험 점수를 계산하는 점진적 문장 분류 모듈과 위험을 조기에 검출할 시점을 판단하는 강화학습 기반 검출 결정 모듈로 구성된 점진적 조기 위험 검출 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치는, 전체 대화가 일련의 발화 문장으로 구성된다고 할 때 현재 시점까지의 발화 문장만으로 분류 작업을 수행하여 위험 점수를 계산하는, 점진적 문장 분류 모듈; 점진적 문장 분류 모듈의 출력을 입력으로 받아 읽기(Read) 또는 정지(Stop)의 판단을 내리는 강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈; 을 포함하고, 강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈에서 읽기 결정이 내려지면, 다음 발화 문장이 점진적 문장 분류 모듈에 입력되고, 정지 결정이 내려지면 위험 점수를 확인하여, 위험 점수가 사전에 정의된 위험 임계값 보다 크면, 대화에 위험이 내포되어 있다고 판단한 후 종료하고, 위험 점수가 임계값 보다 작으면, 다음 발화 문장을 읽고, 대화가 끝날 때까지 위험이 검출되지 않으면, 해당 대화는 위험성이 내포되어 있지 않다고 판단할 수 있다.

[0011] 상기 장치는, 문장을 구성하는 각 단어를 하나의 벡터로 표현하는 단어 인코더; 단어 인코더의 출력인 일련의 단어 벡터들을 입력으로 받아 문장 벡터를 생성하는 문장 인코더; Bidirectional-GRU(BiGRU), max-over-time pooling 계층, tanh 계층으로 구성되는 문장 인코더; 임베딩된 문장 벡터를 입력으로 받아 메모리를 형성하는 메모리 인코더; 현재 시점에 입력된 문장 벡터 S_t 가 메모리와 상호작용할 수 있도록 하는 어텐션 계층; 및 분류 점수를 출력하는 분류기; 를 더 포함할 수 있다.

[0012] 단어 인코더는, 사전 학습된 word2vec을 사용할 수 있다.

[0013] 문장 인코더는, BiGRU는 독립적인 단어 벡터들이 상호작용할 수 있도록 하는 Bidirectional-GRU(BiGRU); BiGRU의 출력을 입력으로 받아 하나의 문장 벡터를 생성하는 Max-over-time pooling 계층; 보편적으로 사용되는 활성화 함수인 Tanh 계층; 을 포함할 수 있다.

[0014] 문장 인코더는, 수학적 1과 같은 방식으로 문장 벡터를 형성할 수 있다.

[0015] 메모리 인코더는, BiGRU로 구성되며, 독립적인 문장 벡터들이 상호작용하여 문장 간의 문맥 정보를 지닐 수 있게 하고, 문장 벡터 자체의 정보를 보존하기 위해 메모리 인코더의 출력에 이전 발화 문장 벡터 각각을 더해주고, 생성된 메모리는 이전 발화 문장 벡터 수만큼의 메모리 벡터들로 구성될 수 있다.

[0016] 어텐션 계층은, S_t 와 메모리 벡터들 사이의 내적과 소프트맥스(softmax) 연산을 통해 어텐션 가중치를 계산할 수 있다.

[0017] 어텐션 가중치는, GRU cell의 internal state를 갱신할 때 사용되어 S_t 와 관계성이 높은 메모리 벡터의 정보를 더 많이 유지하고, 어텐션 계층의 출력으로 이전 문장들에 대한 정보를 함축하고 있는 하나의 문맥 벡터 C_t 가 생성될 수 있다.

[0018] 분류기(150)는, $(C_t + S_t)$ 를 입력으로 받아서 현재 문장이 일반적인 문장인지, 위험성을 내포한 문장인지의 확률 값에 해당하는 분류 점수를 출력할 수 있다.

[0019] 상기 장치는, 위험을 정확하게 검출하기 위해 위험 검출을 제대로 하지 못한 경우 음수의 보상을 부여하고, 검출을 올바르게 한 경우 양수의 보상이 부여되는데, 이때 검출 신속성을 반영하기 위해 읽은 문장 수가 많아질수록 부여되는 보상이 작아지도록 설계할 수 있다.

- [0020] 상기 장치는, 강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈은 어텐션 계층의 출력 C와 현재의 문장 벡터 S의 합을 입력으로 받고, 입력은 4층 선형 계층과 시그모이드(sigmoid) 함수를 거치게 되며 베르누리(Bernoulli) 분포를 통해 읽기(Read)(0) 또는 정지(Stop)(1)이 출력될 수 있다.
- [0021] 상기 장치는, 보상 설계가 표 1의 네 가지의 보상을 활용하는 강화학습을 사용하고, 분류 성공에서 prob은 예측한 클래스에 대한 분류기의 소프트맥스(softmax) 점수로, 모델이 높은 확률로 올바른 예측을 할 경우 더 큰 보상을 받게 되고, 신속성(earliness)은 분류 신속성을 반영한 보상으로, 참조하는 문장의 수가 많아질수록 작은 보상을 부여 받게 되고, 대화를 구성하는 전체 발화 개수의 절반을 참조했을 때 수학적 2의 신속성(earliness)이 0.5가 되도록 해당 식의 p 값을 지정하고, R1과 R2의 경우 보상에 분류 점수 prob만을 반영하고, R3와 R4에는 분류 신속성과 분류 점수를 함께 보상에 반영하는 강화학습을 사용할 수 있다.
- [0022] 상기 장치는, 검출의 정확성을 측정하기 위한 평가 지표로는 micro F1을 사용하여, 위험 검출 결정 모듈이 '정지' 결정을 내릴 때까지의 텍스트만을 활용한 이진 분류 정확성을 측정하고, 검출의 신속성을 측정하기 위한 평가 지표로 F1과 스피드(Speed)의 곱으로 정의되는 라텐시(Latency) F1을 사용하고, 스피드(Speed)를 구하기 위해서 수학적 3의 페널티(Penalty)를 계산하고, 페널티(Penalty)는 검출 지연에 대해 시스템에 부여하는 값으로, 참조하는 발화 문장 수가 많아질수록 높은 페널티를 부여 받고, 스피드(Speed)는 검출의 신속성을 나타내는 값으로, 각 대화 별로 구한 페널티(Penalty)들의 중앙값으로 정의하여, 라텐시(Latency) F1은 위험 클래스에 대한 F1과 스피드(Speed)의 곱으로 정의될 수 있다.
- [0023] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치는, 본 발명의 프로세서(processor); 및 프로세서를 통해 실행되는 적어도 하나의 명령이 저장된 메모리(memory); 를 포함하고, 상기 적어도 하나의 명령은 상기 프로세서가: 점진적 문장 분류 모듈이 전체 대화가 일련의 발화 문장으로 구성된다 할 때 현재 시점까지의 발화 문장만으로 분류 작업을 수행하여 위험 점수를 계산하는 단계; 강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈이 점진적 문장 분류 모듈의 출력을 입력으로 받아 '읽기' 또는 '정지'의 판단을 내리는 단계; 및 강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈에서 읽기 결정이 내려지면, 다음 발화 문장이 점진적 문장 분류 모듈에 입력되고, 정지 결정이 내려지면 위험 점수를 확인하여, 위험 점수가 사전에 정의된 위험 임계값 보다 크면, 대화에 위험이 내포되어 있다고 판단한 후 종료하고, 위험 점수가 임계값 보다 작으면, 다음 발화 문장을 읽고, 대화가 끝날 때까지 위험이 검출되지 않으면, 해당 대화는 위험성이 내포되어 있지 않다고 판단하는 단계; 를 수행하도록 구성될 수 있다.
- [0024] 본 발명의 다른 목적을 달성하기 위한 일 실시예에 따른 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 방법은, 점진적 문장 분류 모듈이 전체 대화가 일련의 발화 문장으로 구성된다 할 때 현재 시점까지의 발화 문장만으로 분류 작업을 수행하여 위험 점수를 계산하는 단계; 강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈이 점진적 문장 분류 모듈의 출력을 입력으로 받아 '읽기' 또는 '정지'의 판단을 내리는 단계; 및 강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈에서 읽기 결정이 내려지면, 다음 발화 문장이 점진적 문장 분류 모듈에 입력되고, 정지 결정이 내려지면 위험 점수를 확인하여, 위험 점수가 사전에 정의된 위험 임계값 보다 크면, 대화에 위험이 내포되어 있다고 판단한 후 종료하고, 위험 점수가 임계값 보다 작으면, 다음 발화 문장을 읽고, 대화가 끝날 때까지 위험이 검출되지 않으면, 해당 대화는 위험성이 내포되어 있지 않다고 판단하는 단계; 를 포함할 수 있다.
- [0025] 상기 방법은, 단어 인코더가 문장을 구성하는 각 단어를 하나의 벡터로 표현하는 단계; 를 더 포함할 수 있다.
- [0026] 상기 방법은, 문장 인코더가 단어 인코더의 출력인 일련의 단어 벡터들을 입력으로 받아 문장 벡터를 생성하는 단계; 를 더 포함할 수 있다.
- [0027] 상기 방법은, 메모리 인코더가 임베딩된 문장 벡터를 입력으로 받아 메모리를 형성하는 단계; 를 더 포함할 수 있다.
- [0028] 상기 방법은, 어텐션 계층이 현재 시점에 입력된 문장 벡터 St가 메모리와 상호작용할 수 있도록 하는 단계; 를 더 포함할 수 있다.
- [0029] 상기 방법은, 분류기가 분류 점수를 출력하는 단계; 를 더 포함할 수 있다.
- [0030] 진술한 항 중 어느 한 항의 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 방법의 프로그램을 구현하기 위한 컴퓨터 판독 가능한 기록매체일 수 있다.

발명의 효과

- [0031] 본 발명을 통해, 텍스트 형식의 대화로부터 범죄 피해 위험성을 조기에 검출할 수 있다.
- [0032] 점진적 문장 분류 모듈을 통해 실시간으로 들어오는 텍스트를 처리하여 분류 작업을 수행할 수 있다.
- [0033] 강화학습을 통해 조기 검출 시점을 결정하기 때문에 문장별 레이블이 필요 없으며, 검출 신속성을 반영한 보상을 통해 빠르게 위험을 검출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0034] 도 1은 본 발명의 일 실시예의 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치의 조기 위험 검출 방법을 표현하는 흐름도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예의 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치의 점진적 문장 분류 모듈(100)과 강화학습 기반 검출 결정 모듈로 구성된 점진적 조기 위험 검출 장치의 구조도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예의 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치의 어텐션 계층(140)을 구체적으로 표현하는 구조도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예의 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치의 분류기의 분류 결과를 기반으로 위험 점수를 계산하는 방법을 나타내는 구조도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예의 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치의 검출 신속성(earliness)를 반영한 보상 값 그래프이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예의 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치(1000)의 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0035] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하여 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.
- [0036] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는 데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. "및/또는"이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.
- [0037] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0038] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0039] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0040] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명을 설명함에 있어 전체적인 이해를 용이하게 하기 위하여 도면상의 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 사용하고 동일한 구성요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.

- [0042] 도 1은 본 발명의 일 실시예의 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치의 조기 위험 검출 방법을 표현하는 흐름도이다.
- [0043] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예의 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치(1000)는 점진적 문장 분류 모듈(100) 과 강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈(200)을 포함한다.
- [0044] 본 발명의 일 실시예의 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치(1000)는 강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈에서 읽기 결정이 내려지면, 다음 발화 문장이 점진적 문장 분류 모듈에 입력되고, 정지 결정이 내려지면 위험 점수를 확인하여, 위험 점수가 사전에 정의된 위험 임계값 보다 크면, 대화에 위험이 내포되어 있다고 판단한 후 종료하고, 위험 점수가 임계값 보다 작으면, 다음 발화 문장을 읽고, 대화가 끝날 때까지 위험이 검출되지 않으면, 해당 대화는 위험성이 내포되어 있지 않다고 판단하는 조기 위험 검출 서버를 포함할 수 있다.
- [0045] 본 발명의 일 실시예의 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치의 조기 위험 검출 장치(1000)는 실생활에서 발생하는 문제를 딥 러닝 기술을 활용하여 해결하기 위해서, 딥 러닝 모델의 입력과 출력을 명확히 정의한다.
- [0046] 점진적 문장 분류 모듈(100)은, 전체 대화 D가 일련의 발화 문장 {d1, d2, ..., dN}으로 구성된다고 할 때 현재 시점(t)까지의 발화 문장 {d1, d2, ..., dt}만으로 분류 작업을 수행하여 위험 점수를 계산한다.
- [0047] 강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈(200)은 점진적 문장 분류 모듈(100)의 출력을 입력으로 받아 '읽기' 또는 '정지'의 판단을 내린다. '읽기' 결정이 내려지면, 다음 발화 문장이 점진적 문장 분류 모듈(100)에 입력된다. '정지' 결정이 내려지면 위험 점수를 확인한다. 위험 점수가 사전에 정의된 위험 임계값 보다 크면, 대화에 '위험'이 내포되어 있다고 판단한 후 종료한다. 위험 점수가 임계값 보다 작으면, 다음 발화 문장을 읽는다. 대화가 끝날 때까지 위험이 검출되지 않으면, 해당 대화는 위험성이 내포되어 있지 않다고 판단한다.
- [0049] 도 2는 본 발명의 일 실시예의 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치의 점진적 문장 분류 모듈(100)과 강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈(200)로 구성된 점진적 조기 위험 검출 시스템의 구조도이다.
- [0050] 도 2를 참조하면, 점진적 문장 분류 모듈(100)은 단어 인코더(110), 문장 인코더(120), 메모리 인코더(130), 어텐션 계층(140), 분류기(150)를 포함한다.
- [0051] 단어 인코더(110)는 문장을 구성하는 각 단어를 하나의 벡터로 표현한다. 본 발명의 단어 인코더(110)로는 사전 학습된 word2vec을 사용한다.
- [0052] 문장 인코더(120)는 단어 인코더(110)의 출력인 일련의 단어 벡터들을 입력으로 받아 문장 벡터를 생성한다. 문장 인코더(120)는 Bidirectional-GRU(BiGRU), max-over-time pooling 계층, tanh 계층으로 구성되어 있다. BiGRU는 독립적인 단어 벡터들이 상호작용할 수 있도록 한다. Max-over-time pooling 계층은 BiGRU의 출력을 입력으로 받아 하나의 문장 벡터를 생성한다. Tanh 계층은 보편적으로 사용되는 활성화 함수이다. 즉, 문장 인코더(120)의 출력으로 도 2의 문장 벡터 S가 생성된다. 일반적인 문서 분류 상황에서는 문서 전체가 한 번에 모델의 입력으로 들어온다. 반면에, 조기 위험 검출은 실시간 채팅 상황을 가정하기 때문에, 모델은 전체 대화를 한 번에 입력으로 받을 수 없고, 추가적인 발화가 발생할 때마다 점진적으로 발화 문장을 입력 받는다. 따라서, 일반적인 대화/문서 분류 시스템과 달리, 이전 발화 문장들에 대한 정보를 저장해 둘 필요가 있다.
- [0053] 메모리 인코더(130)는 최근 K 개의 임베딩(벡터화)된 문장 벡터를 입력으로 받아 메모리를 형성한다. 메모리 인코더(130)는 BiGRU로 구성되며, 이는 독립적인 문장 벡터들이 상호작용하여 문장 간의 문맥 정보를 지닐 수 있게 한다. 이 때, 문장 벡터 자체의 정보를 보존하기 위해 메모리 인코더(130)의 출력에 이전 발화 문장 벡터 각 각을 더해준다. 생성된 메모리는 도 2의 {M}t에 해당하며, 이는 이전 발화 문장 벡터 수만큼의 메모리 벡터들로 구성된다.
- [0054] 어텐션 계층(140)은 현재 시점(t)에 입력된 문장 벡터 St가 메모리와 상호작용할 수 있도록 한다.
- [0055] 분류기(150)는 선형 계층과 소프트맥스(softmax) 함수로 구성된다. (Ct + St)를 입력으로 받아서 분류 점수를 출력한다. 분류 점수는 현재 문장이 일반적인 문장인지, 위험성을 내포한 문장인지의 확률 값에 해당한다.

- [0057] 도 3은 본 발명의 일 실시예의 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치의 어텐션 계층(140)을 구체적으로 표현하는 구조도이다.
- [0058] 도 3을 참조하면, 어텐션 계층(140)은 St(141)와 메모리 벡터들 사이의 내적과 소프트맥스(softmax) 연산을 통해 어텐션 가중치를 계산한다. 어텐션 가중치는 GRU cell의 internal state를 갱신할 때 사용되어 St와 관계성이 높은 메모리 벡터의 정보를 더 많이 유지할 수 있도록 한다. 어텐션 계층의 출력으로 이전 문장들에 대한 정보를 함축하고 있는 하나의 문맥 벡터 Ct(149)가 생성된다.
- [0060] 도 4는 본 발명의 일 실시예의 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치의 분류기의 분류 결과를 기반으로 위험 점수를 계산하는 방법을 나타내는 구조도이고, 도 5는 본 발명의 일 실시예의 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치의 검출 신속성(earliness)를 반영한 보상 값 그래프이다.
- [0061] 도 4 및 도 5를 참조하면, 위험 점수를 계산하는 예시이다. 위험 점수는 문장별 분류 점수 중 '위험'에 해당하는 점수들의 평균이다. 예를 들어, 세번째 문장이 입력되었을 때, 해당 시점까지의 위험 점수는 첫 번째 문장이 들어 왔을 때의 분류 점수 중 '위험'일 확률 0.4와 두번째 '위험' 확률 0.8 그리고 세 번째 '위험' 확률 0.6의 평균인 0.9이다.
- [0062] 강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈(200)은 다음 발화 문장 읽기와 정지 중 하나의 행동을 결정한다. 강화학습 기반 결정 모듈은 (Ct + St)를 입력으로 받고, 이를 선형 계층과 시그모이드(sigmoid) 함수에 통과시킨다. 시그모이드(sigmoid) 함수의 출력을 입력으로 하여 Bernoulli 분포를 통해 '읽기' 또는 '정지'를 출력한다.
- [0063] 딥 러닝 모델은 파라미터를 최적화할 때 정답 레이블을 통한 학습이 필요하다. 반면, 강화학습 기반 모델은 정답 레이블 없이 모델이 받는 보상을 최대화하는 방향으로 모델 파라미터를 최적화한다. 이때 보상은 모델을 사용하는 목적에 맞게 설계한다.
- [0064] 조기 위험 검출에서는 위험 검출을 정확하게 하는 것과 신속하게 하는 것이 목적이다. 이를 반영하기 위해, 본 발명에서는 보상 설계 시 '정확성'과 '신속성'을 고려한다. 검출 정확성을 반영하기 위해 위험 검출을 제대로 하지 못한 경우 음수의 보상을 부여한다. 검출을 올바르게 한 경우 양수의 보상이 부여되는데, 이때 검출 신속성을 반영하기 위해 도 5와 같이 참조한(읽은) 문장 수가 많아질수록 부여되는 보상이 작아지도록 설계한다.
- [0065] 위험 검출 결정 방법을 설명하면, 위험 점수가 사전에 정의한 위험 임계값 보다 크고, 위험 검출 결정 모듈에 의해 정지 판단이 내려지면, 대화에 위험성이 내포되어 있다고 결정을 내린다.
- [0066] 도 4에서 세번째 문장이 입력되었을 때, 위험 점수가 0.9이고, 강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈(200)에 의해 정지 판단이 내려짐에 따라 최종적으로 해당 대화가 위험하다고 결정을 내린다.
- [0068] 본 발명의 일 실시예에 따른 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치(1000)의 작동을 설명하면 다음과 같다.
- [0069] 본 발명의 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치(1000)의 전체 시스템을 설명하기 위하여, 조기 위험 검출 시스템이 어떻게 동작하는지와 그 목적에 대해 먼저 설명한다.
- [0070] 조기 위험 검출 문제는 전체 대화의 일부를 참조하여 가능한 한 빨리 대화에 위험성이 내포되어 있는지 판단하는 것을 목적으로 하며, 실시간으로 위험을 검출한다는 것을 가정한다. 따라서, 전체 대화가 시스템에 한 번에 주어지는 것이 아니라, 점진적으로 들어오는 발화 문장 스트림을 조기에 위험 또는 일반적으로 분류할 수 있는 시스템을 필요로 한다.
- [0071] 조기 위험 검출 시스템을 도식화한 도 1의 시스템에서 강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈(200)이 정지 판단을 내리거나, 마지막 발화 문장이 입력으로 들어오기 전까지 점진적 문장 분류 모듈(100)은 현재 시점까지 입력으로 들어온 발화 문장만으로 분류 작업을 수행한다. 이때, 강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈(200)에 의해 정지(Stop) 결정이 내려지면, 해당 시점까지의 대화 Dt에 대한 분류 결과를 전체 대화의 분류 결과로 간주하고, 이후 문장은 읽지 않는다.
- [0072] 반대로, 강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈(200)에 의해 읽기(Read) 결정이 내려지면, 다음 문장을 받아들여

점진적 문장 분류 모듈(100)에 의해 해당 시점까지의 대화에 위험성이 내포되어 있는지 분류 작업이 다시 이루어지게 된다.

[0073] 본 발명의 일 실시예에 따른 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치(1000)는 점진적 문장 분류 모듈(100)과 강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈(200)로 구성된다.

[0074] 점진적 문장 분류 모듈(100)은 이전 문장 발화들로 생성한 메모리 벡터와 현재의 문장 발화를 통해 현재 시점까지의 대화를 분류하는 역할을 수행한다.

[0075] 강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈(200)은 점진적 문장 분류 모듈(100)의 출력을 기반으로 다음 문장 읽기, 읽기(Read)와 정지, 정지(Stop) 중 하나의 행동을 결정하는 역할을 수행하며, 본 발명의 일 실시예에 따른 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치(1000)에서는 강화학습 기반 방식을 활용한다.

[0076] 본 발명의 일 실시예에 따른 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치(1000)의 각 모듈에 대해 좀더 자세히 설명하면, 점진적 문장 분류 모듈(100)은 크게 단어 인코더(110), 문장 인코더(120), 메모리 인코더(130), 어텐션 계층(140), 그리고 분류기(150)로 구성된다.

[0077] 문장 발화를 이루는 단어들은 사전 학습된 word2vec을 통해 임베딩되며, word2vec 보깅에 포함되지 않은 단어는 랜덤하게 초기화된다.

[0078] 문장 인코더(120)는 임베딩된 일련의 단어 벡터를 입력으로 받아 하나의 문장을 나타내는 벡터 S를 생성한다. 이는 BiGRU, Max-Pooling 계층, 그리고 tanh 계층으로 구성되며, 수학적 1과 같은 방식으로 문장 벡터를 형성하게 된다.

[0079] (수학적 1)

$$h_n = BiGRU(x_n, h_{n-1})$$

$$h = MaxPool(\{h_n\}_{n=1}^N)$$

$$S = tanh(W_s h + b_s)$$

[0080]

[0081] 조기 위험 검출 문제에서는 전체 대화가 한 번에 모델의 입력으로 들어오는 것이 아닌 문장 발화 단위로 들어온다는 특징을 지닌다. 따라서, 이전에 들어온 문장에 대한 정보를 유지하고, 해당 정보와 현재 들어온 문장을 토대로 대화를 분류할 필요가 있다.

[0082] 메모리 인코더(130)는 최근 윈도우(window) 개의 임베딩된 문장 벡터를 통해 메모리를 구축한다. 윈도우(window) 개의 문장 벡터를 메모리 인코더인 BiGRU의 입력으로 넣어, 문장 간의 문맥 정보를 포함한 메모리를 생성한다. 이때, 메모리를 구성하는 메모리 벡터 각각에 해당하는 문장 벡터 S를 더하여 문장 벡터 자체의 정보 또한 보존할 수 있도록 한다.

[0083] 어텐션 계층(140)은 현재 시점에 입력으로 들어온 문장 벡터가 이전 문장들로 구성된 메모리와 상호작용할 수 있도록 한다. 이를 위해 dot-product와 소프트맥스(softmax)를 사용하여 어텐션 가중치를 계산하고, 이를 GRU cell의 internal state를 갱신할 때 사용한다. 도 3에서, GRU의 마지막 hidden state인 C는 이전 발화 문장에 대한 정보를 담고 있는 문맥 벡터에 해당한다.

[0084] 분류기(150)는 어텐션 계층의 출력 Ct와 현재의 문장 벡터 St의 합을 입력으로 받는다. 이를 선형 계층과 소프트맥스(softmax) 함수에 통과시켜 분류 점수를 계산한다.

[0085] 다음으로, 강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈(200)에 대해 설명한다.

[0086] 강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈(200)은 점진적 문장 분류 모듈(100)의 출력을 기반으로 읽기(Read)(300)와 정지(Stop)(400) 중 하나의 행동을 결정하는 역할을 수행한다.

[0087] 강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈(200)은 어텐션 계층(140)의 출력 C와 현재의 문장 벡터 S의 합을 입력으로 받는다. 해당 입력은 4층 선형 계층과 시그모이드(sigmoid) 함수를 거치게 되며 Bernoulli 분포를 통해 Read(0) 또는 Stop(1)이 출력된다.

[0088] 강화학습에서는 보상 설계가 굉장히 중요한 부분인데, 본 발명의 일 실시예에서는 아래 표 1과 같이 크게 네 가

지의 보상을 활용할 수 있다.

[0090] (표 1)

강화학습을 위한 보상 설계

	분류 성공		분류 실패	
	위험	일반	모두	조기
R1	prob	prob	-1	-1
R2	prob	prob	-1	-2
R3	$2 \times \text{prob} \times \text{earliness}$	prob	-1	-1
R4	$2 \times \text{prob} \times \text{earliness}$	prob	-1	-2

[0093] 단계적으로 설명하면, 분류 성공에서 prob은 예측한 클래스에 대한 분류기(150)의 소프트맥스(softmax) 점수로, 모델이 높은 확률로 올바른 예측을 할 경우 더 큰 보상을 받게 된다. 신속성(earliness)은 분류 신속성을 반영한 보상으로, 도 5의 그래프와 같이 참조하는 문장의 수가 많아질수록 작은 보상을 부여 받게 된다. 이때, 대화를 구성하는 전체 발화 개수의 절반을 참조했을 때 수학적 2의 신속성(earliness)이 0.5가 되도록 해당 식의 p 값을 지정한다.

[0094] (수학적 2)

$$\text{penalty}(d) := -1 + \frac{2}{1 + \exp(-p \cdot (d - 1))}$$

$$\text{earliness} := 1 - \text{penalty}(d)$$

[0096] R1과 R2의 경우 보상에 분류 점수 prob만을 반영하였고, R3와 R4에는 분류 신속성과 분류 점수를 함께 보상에 반영한다.

[0097] 분류 실패 중 ‘모두’는 전체 문장을 참조하여 분류했을 때와 조기에 분류했을 때 모두 분류에 실패한 경우로 -1의 보상을 받게 된다. ‘조기’는 조기 분류에는 실패했지만, 전체 발화 문장을 참조했을 때는 분류에 성공한 경우에 해당한다. 이때, R2와 R4에서는 ‘조기’ 분류만 실패한 경우 ‘모두’보다 더 큰 패널티인 -2를 부여하여 지나치게 빠른 정지 결정으로 분류 및 검출 정확성이 크게 저하되는 것을 방지한다.

[0098] 그리고, 강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈(200) 학습을 위해 강화(REINFORCE) 알고리즘을 사용하여 보상을 최대화하는 방향으로 파라미터를 최적화한다.

[0100] 본 발명의 일 실시예에 따른 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치(1000)의 성능을 평가하는데 활용한 데이터셋에 대해 설명한다. 본 발명의 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치(1000)의 일 실시예인 PAN12는 대화 형식의 채팅 데이터 셋으로, 온라인 그룹팅의 위험이 있는 대화를 검출하는 것을 목적으로 한다. 데이터는 두 명 또는 그 이상의 작성자로 구성된 채팅 기록과 가해자(predator) 아이디(id)로 구성된다. 해당 데이터 셋을 이진 분류 작업에 사용하기 위해, 가해자(predator) 아이디(id)가 포함된 대화에 위험 레이블을 부여하고, 포함되지 않은 대화에는 일반 레이블을 부여한다.

[0101] 이러한 PAN12 데이터셋은 위험 레이블과 일반 레이블의 비율이 불균형하고 검증 데이터가 따로 제공되지 않는다. 따라서 본 발명의 일 실시예에 따른 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치(1000)에서는 두 레이블 간의 비율을 맞추기 위해 일반 레이블과 위험 레이블의 비율이 2:1이 되도록 하였고, 검증 데이터는 학습 데이터의 일부를 사용하여 학습과 검증 데이터의 비율이 약 9:1이 되도록 구성하였다. 실험에 사용한 대화 수 단위 데이터 개수는 표 2와 같다.

[0103] (표 2)

데이터 통계 (단위 : 대화 수)

	학습 (Train)	검증 (Validation)	평가 (Test)
위험	940	104	1,881
일반	1,880	208	3,762
합계	2,820	312	5,643

[0104]

[0106] 조기 위험 검출 문제는 '위험' 또는 '일반' 으로 텍스트를 분류하는 이진 분류 문제이지만, 일반적인 분류 문제에서 중요하게 다루어지는 분류의 정확성과 더불어 검출의 신속성 또한 중요한 평가 항목이다.

[0107] 우선, 검출의 정확성을 측정하기 위한 평가 지표로는 micro F1을 사용한다. 이때, 위험 검출 결정 모듈이 '정지' 결정을 내릴 때까지의 텍스트만을 활용한 이진 분류 정확성을 측정한다.

[0108] 검출의 신속성을 측정하기 위한 평가 지표로 라텐시(Latency) F1을 사용한다. 라텐시(Latency) F1은 F1과 스피드(Speed)의 곱으로 정의되는데, 이 스피드(Speed)를 구하기 위해서는 우선 수학식 3의 페널티(Penalty)를 계산해야 한다. 페널티(Penalty)는 검출 지연에 대해 시스템에 부여하는 값으로, 이 그래프와 같이 참조하는 발화 문장 수가 많아질수록 높은 페널티를 부여 받는다. 스피드(Speed)는 검출의 신속성을 나타내는 값으로, 각 대화 별로 구한 페널티(Penalty)들의 중앙값으로 정의한다. 최종적으로, 라텐시(Latency) F1은 위험 클래스에 대한 F1과 스피드(Speed)의 곱으로 정의된다.

[0109] (수학식 3)

$$penalty(d) := -1 + \frac{2}{1 + \exp(-p \cdot (d - 1))}$$

$$speed := 1 - median\{penalty(d) | d \in delay\}$$

$$Latency_F1 := binaryF1 \cdot speed$$

[0110]

[0111] 다음으로, PAN12 테스트셋을 활용하여 실험한 결과를 설명하면 다음과 같다. 표 3 및 표 4는 보상 설계 네 가지에 따른 성능 평가 결과이다.

[0112] (표 3)

강화학습을 위한 보상 설계

	분류 성공		분류 실패	
	위험	일반	모두	조기
R1	prob	prob	-1	-1
R2	prob	prob	-1	-2
R3	2 × prob × earliness	prob	-1	-1
R4	2 × prob × earliness	prob	-1	-2

[0113]

[0115] (표 4)

보상에 따른 성능 평가 결과

	micro F1	Latency F1	평균
R1	0.9608	0.8366	0.8987
R2	0.9689	0.8404	0.9047
R3	0.9611	0.8986	0.9299
R4	0.9659	0.9053	0.9356

[0116]

[0118] 보상에 검출 신속성을 나타내는 신속성(earliness)을 반영하지 않은 R1과 R2보다 신속성을 반영한 R3와 R4에서 더 높은 라텐시(Latency) F1 성능을 달성하였다.

[0119] 검출 실패 중 ‘조기’에 -2의 보상을 부여한 R2와 R4는 각각 R1과 R3에 비해 높은 성능을 보였다.

[0120] 이를 통해, 신속성(earliness)을 보상에 반영하는 것이 신속성 측면에서 도움을 준다는 것과, 너무 성급한 분류에 대해 더 큰 패널티를 주는 보상이 정확성 측면에서 도움을 줄 수 있다.

[0121] 또한, 검출 정확성만을 반영하는 micro F1에 대해서는 R2 방식으로 보상을 설계했을 때 가장 높은 성능을 보이며, 검출의 신속성까지 반영하는 라텐시(Latency) F1에 대해서는 R4 방식이 가장 좋은 성능을 보임을 알 수 있다. 이는 검출의 정확성과 신속성 사이에는 trade-off 관계가 존재함을 나타낸다.

[0122] 본 발명은 조기 위험 검출 문제를 정의하고, 이를 해결할 수 있는 점진적 조기 텍스트 분류 시스템을 제안한다. 본 발명은 계층적 GRU 기반의 점진적 문장 분류 모듈과 강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈을 통해 정확성 저하는 최소화하면서 신속성은 높은 시스템이다. 또한, 본 발명은 보상에 따른 강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈 실험을 통해 신속성을 반영한 보상이 모델 학습에 도움을 줄 수 있다는 것을 확인할 수 있다.

[0123] 또한, 분류가 적절한 지점에서 발생하였는지 평가할 수 있는 정량적인 방법을 모색하고, 실험 환경을 통일하여 타 연구와의 성능 비교 실험을 진행할 수 있다.

[0124] 더불어, 우울증 검출, 보이스 피싱 검출과 같이 조기 위험 검출이 필요한 다양한 문제들에 본 발명에서 제안하는 점진적 조기 텍스트 분류 시스템을 적용하여 시스템의 활용성을 향상 할 수 있다.

[0126] 본 발명의 일 실시예의 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 방법은 다음과 같은 S100 단계 내지 S300 단계를 포함한다.

[0127] 본 발명의 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 방법은, 점진적 문장 분류 모듈(100)이 전체 대화가 일련의 발화 문장으로 구성된다고 할 때 현재 시점까지의 발화 문장만으로 분류 작업을 수행하여 위험 점수를 계산하는 단계(S100), 강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈(200)이 점진적 문장 분류 모듈(100)의 출력을 입력으로 받아 '읽기' 또는 '정지'의 판단을 내리는 단계(S200), 및 강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈(200)에서 읽기 결정이 내려지면, 다음 발화 문장이 점진적 문장 분류 모듈(100)에 입력되고, 정지 결정이 내려지면 위험 점수를 확인하여, 위험 점수가 사전에 정의된 위험 임계값 보다 크면, 대화에 위험이 내포되어 있다고 판단한 후 종료하고, 위험 점수가 임계값 보다 작으면, 다음 발화 문장을 읽고, 대화가 끝날 때까지 위험이 검출되지 않으면, 해당 대화는 위험성이 내포되어 있지 않다고 판단하는 단계(S300)를 포함한다.

[0129] 도 6은 본 발명의 일 실시예의 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치(1000)의 구성도이다.

[0130] 도 6을 참조하면, 본 발명의 일 실시예의 이미지 기반 질감 표현 모션 생성과 병합 장치(1000)는, 프로세서(1100), 메모리(1200), 송수신 장치(transceiver, 1300), 입력 인터페이스 장치(1400), 출력 인터페이스 장치(1500), 저장 장치(1600) 및 버스(bus)(1700)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0131] 본 발명의 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치(1000)는, 프로세서(processor)(1100) 및 프로세서(1100)를 통해 실행되는 적어도 하나의 명령이 저장된 메모리(memory)(1200)를 포함하되, 적어도 하나의

명령은 상기 프로세서(1100)가, 점진적 문장 분류 모듈(100)이 전체 대화가 일련의 발화 문장으로 구성된다 고 할 때 현재 시점까지의 발화 문장만으로 분류 작업을 수행하여 위험 점수를 계산하는 단계(S100), 강화학습 기 반 위험 검출 결정 모듈(200)이 점진적 문장 분류 모듈(100)의 출력을 입력으로 받아 '읽기' 또는 '정지'의 판 단을 내리는 단계(S200), 및 강화학습 기반 위험 검출 결정 모듈(200)에서 읽기 결정이 내려지면, 다음 발화 문 장이 점진적 문장 분류 모듈(100)에 입력되고, 정지 결정이 내려지면 위험 점수를 확인하여, 위험 점수가 사전 에 정의된 위험 임계값 보다 크면, 대화에 위험이 내포되어 있다고 판단한 후 종료하고, 위험 점수가 임계값 보 다 작으면, 다음 발화 문장을 읽고, 대화가 끝날 때까지 위험이 검출되지 않으면, 해당 대화는 위험성이 내포되 어 있지 않다고 판단하는 단계(S300)를 수행하도록 구성된다.

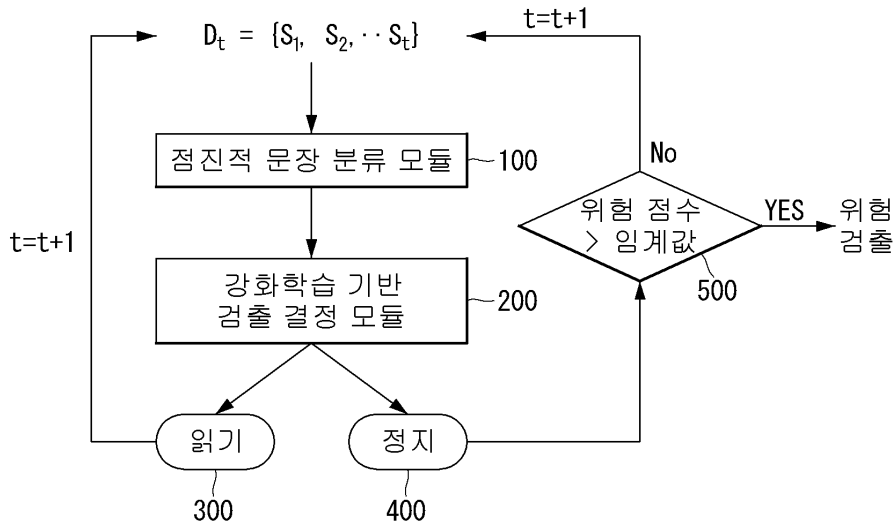
- [0132] 프로세서(1100)는 중앙 처리 장치(central processing unit, CPU), 그래픽 처리 장치(graphics processing unit, GPU), 또는 본 발명의 실시예들에 따른 방법들이 수행되는 전용의 프로세서를 의미할 수 있다.
- [0133] 메모리(1200) 및 저장 장치(1600) 각각은 휘발성 저장 매체 및 비휘발성 저장 매체 중에서 적어도 하나로 구성 될 수 있다. 예를 들어, 메모리(1200)는 읽기 전용 메모리(read only memory, ROM) 및 랜덤 액세스 메모리 (random access memory, RAM) 중에서 적어도 하나로 구성될 수 있다.
- [0134] 또한, 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치(1000)는 무선 네트워크를 통해 통신을 수행하는 송수신 장치(transceiver)(1300)를 포함할 수 있다.
- [0135] 또한, 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치(1000)는 입력 인터페이스 장치(1400), 출력 인터 페이스 장치(1500), 저장 장치(1600) 등을 더 포함할 수 있다.
- [0136] 또한, 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치(1000)에 포함된 각각의 구성 요소들은 버스 (bus)(1700)에 의해 연결되어 서로 통신을 수행할 수 있다.
- [0137] 본 발명의 점진적 분류와 강화 학습을 적용한 조기 위험 검출 장치(1000)의 예를 들면, 통신 가능한 데스크탑 컴퓨터(desktop computer), 랩탑 컴퓨터(laptop computer), 노트북(notebook), 스마트폰(smart phone), 태블릿 PC(tablet PC), 모바일폰(mobile phone), 스마트 워치(smart watch), 스마트 글래스(smart glass), e-book 리 더기, PMP(portable multimedia player), 휴대용 게임기, 네비게이션(navigation) 장치, 디지털 카메라 (digital camera), DMB(digital multimedia broadcasting) 재생기, 디지털 음성 녹음기(digital audio recorder), 디지털 음성 재생기(digital audio player), 디지털 동영상 녹화기(digital video recorder), 디지 털 동영상 재생기(digital video player), PDA(Personal Digital Assistant) 등일 수 있다.
- [0139] 본 발명의 실시예에 따른 방법의 동작은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 프로그램 또 는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의해 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결 된 컴퓨터 시스템에 분산되어 분산 방식으로 컴퓨터로 읽을 수 있는 프로그램 또는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.
- [0140] 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 롬(rom), 램(ram), 플래시 메모리(flash memory) 등과 같이 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치를 포함할 수 있다. 프로그램 명령은 컴파일러 (compiler)에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터(interpreter) 등을 사용해서 컴퓨 터에 의해 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함할 수 있다.
- [0141] 본 발명의 일부 측면들은 장치의 문맥에서 설명되었으나, 그것은 상응하는 방법에 따른 설명 또한 나타낼 수 있 고, 여기서 블록 또는 장치는 방법 단계 또는 방법 단계의 특징에 상응한다. 유사하게, 방법의 문맥에서 설명된 측면들은 또한 상응하는 블록 또는 아이템 또는 상응하는 장치의 특징으로 나타낼 수 있다. 방법 단계들의 몇몇 또는 전부는 예를 들어, 마이크로프로세서, 프로그램 가능한 컴퓨터 또는 전자 회로와 같은 하드웨어 장치에 의 해(또는 이용하여) 수행될 수 있다. 몇몇의 실시예에서, 가장 중요한 방법 단계들의 하나 이상은 이와 같은 장 치에 의해 수행될 수 있다.
- [0142] 실시예들에서, 프로그램 가능한 로직 장치(예를 들어, 필드 프로그램블 게이트 어레이)가 여기서 설명된 방법들 의 기능의 일부 또는 전부를 수행하기 위해 사용될 수 있다. 실시예들에서, 필드 프로그램블 게이트 어레이는 여기서 설명된 방법들 중 하나를 수행하기 위한 마이크로프로세서와 함께 작동할 수 있다. 일반적으로, 방법들 은 어떤 하드웨어 장치에 의해 수행되는 것이 바람직하다.

[0143]

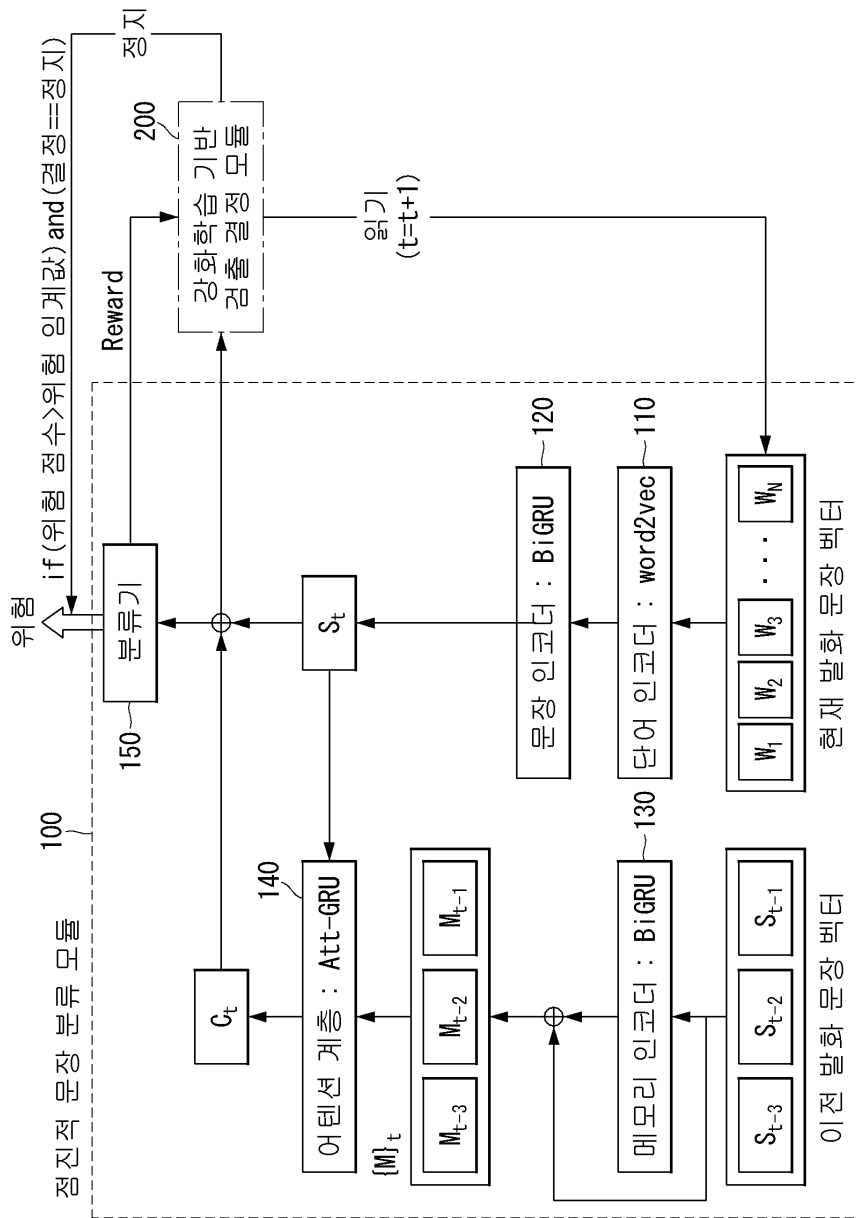
이상 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면

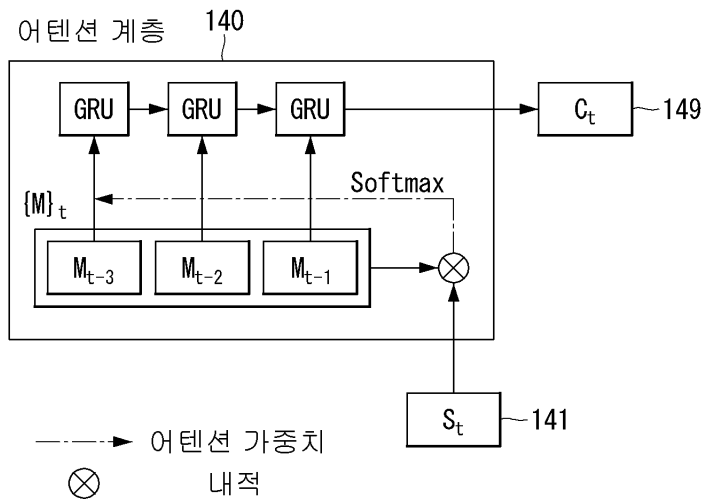
도면1



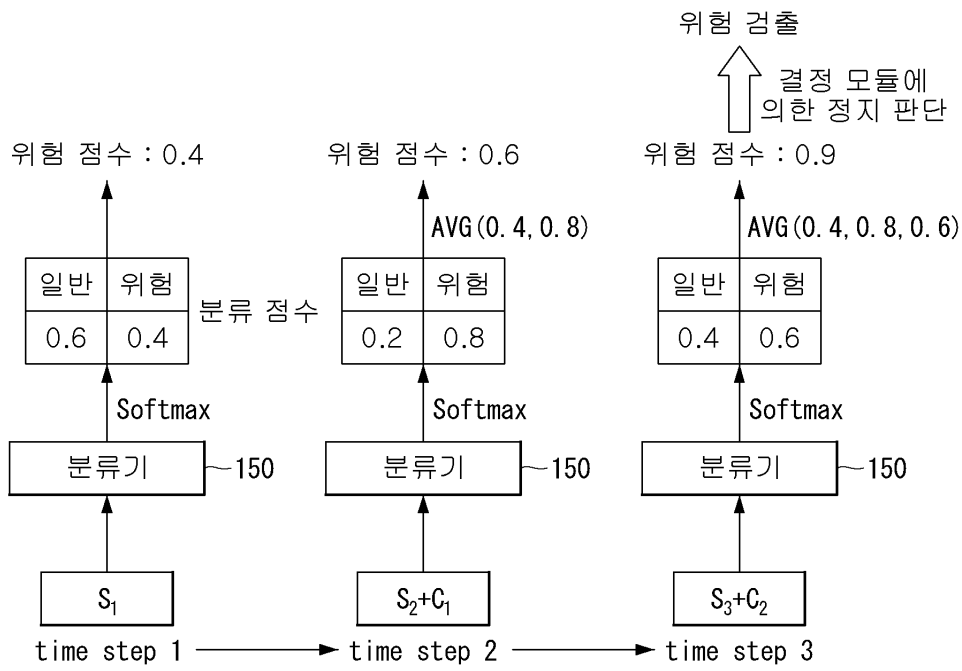
도면2



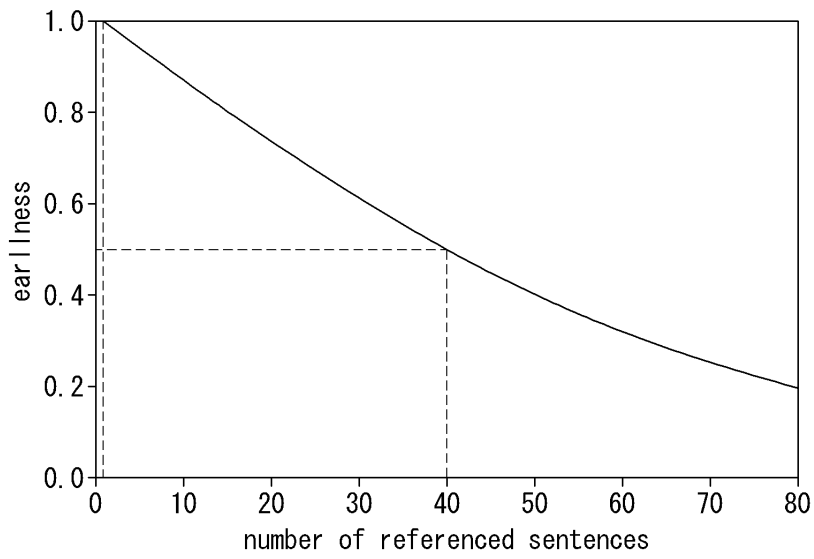
도면3



도면4



도면5



도면6

