



[논문 리뷰] DKVMN [2017]

Abstract

기존의 BKT와 DKT 방식은 학생들이 개념을 이해하는 방식과 다르게 인식을 합니다.

이러한 문제를 해결하기 위해 **DKVMN(Dynamic Key-Value Memory Net) 제안합니다.**

DKVMN은 학생들이 이해한 개념의 수준과 각각의 본개념들과 관계를 형성합니다.

일반적인 모델들과 다르게, Key라 불리는, Knowledge concepts인 Matrix를 가지고 있으며, value라 불리는, 학생들의 수준과 이해정도를 나타내는 dynamic matrix를 사용합니다.

Introduction

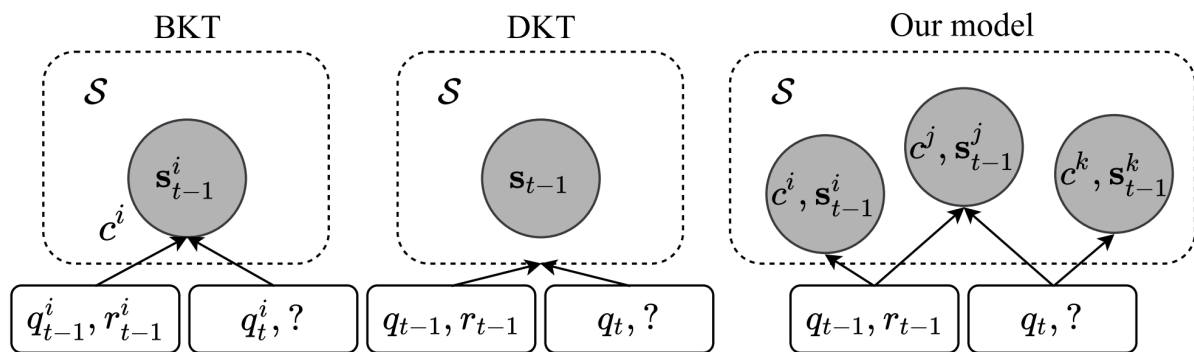
기존의 Bayesian Knowledge Tracing(BKT) 와 Deep Knowledge Tracing (DKT)는, 학생들의 지식의 상태와 요약된 hidden vector를 활용합니다.

BKT는 기존의 지식에 대한 정보를 토대로, Bayesian rule을 활용하여, 사후 확률(posterior distribution)을 지속적으로 업데이트 합니다.

BKT는 이전의 지식들과 상관관계를 맺을 수가 없을 뿐만 아니라 BKT는 이산확률분포를 활용하기에, inference를 하는데 어려움이 있습니다.

LSTM기반의 DKT는 **BKT**보다 강력한 표현력을 지니고 있습니다.

DKVMN [Dynamic Key-Value Memory Networks]는 **Concept**사이에서의 관계를 파악하고 각 개념의 상태를 추적합니다. **DKVMN**은 입력과 근본적인 개념 그리고 각각의 개념의 상태사이의 상관관계를 학습합니다.



Main Contributions

1. MANNs의 utility는 학생들의 학습과정을 더 좋게 simulation하기 위해 활용됩니다.
2. dynamic value matrix를 가지고 있는, DKVMN model을 제안합니다.
3. DKVMN 모델은 자율적으로 개념을 발견하고, 학생들의 지식의 상태를 예측합니다.
4. State-of-the-art를 달성합니다.

Related Works

Knowlege Tracing

KT의 과제는 학생들의 문제해결능력을 평가하는 것입니다.

BKT는 매우 제한적이고, 각각의 개념들에 구조화된 모델입니다. DKT는 LSTM을 활용하여 기술적 제한을 분리하고, binary state assumption을 합니다.

LSTM은 과거의 Input들에 대한 내용들을 요약하고, 파라미터들은 다른 time steps에 공유합니다.

Memory-Augmented Neural Networks

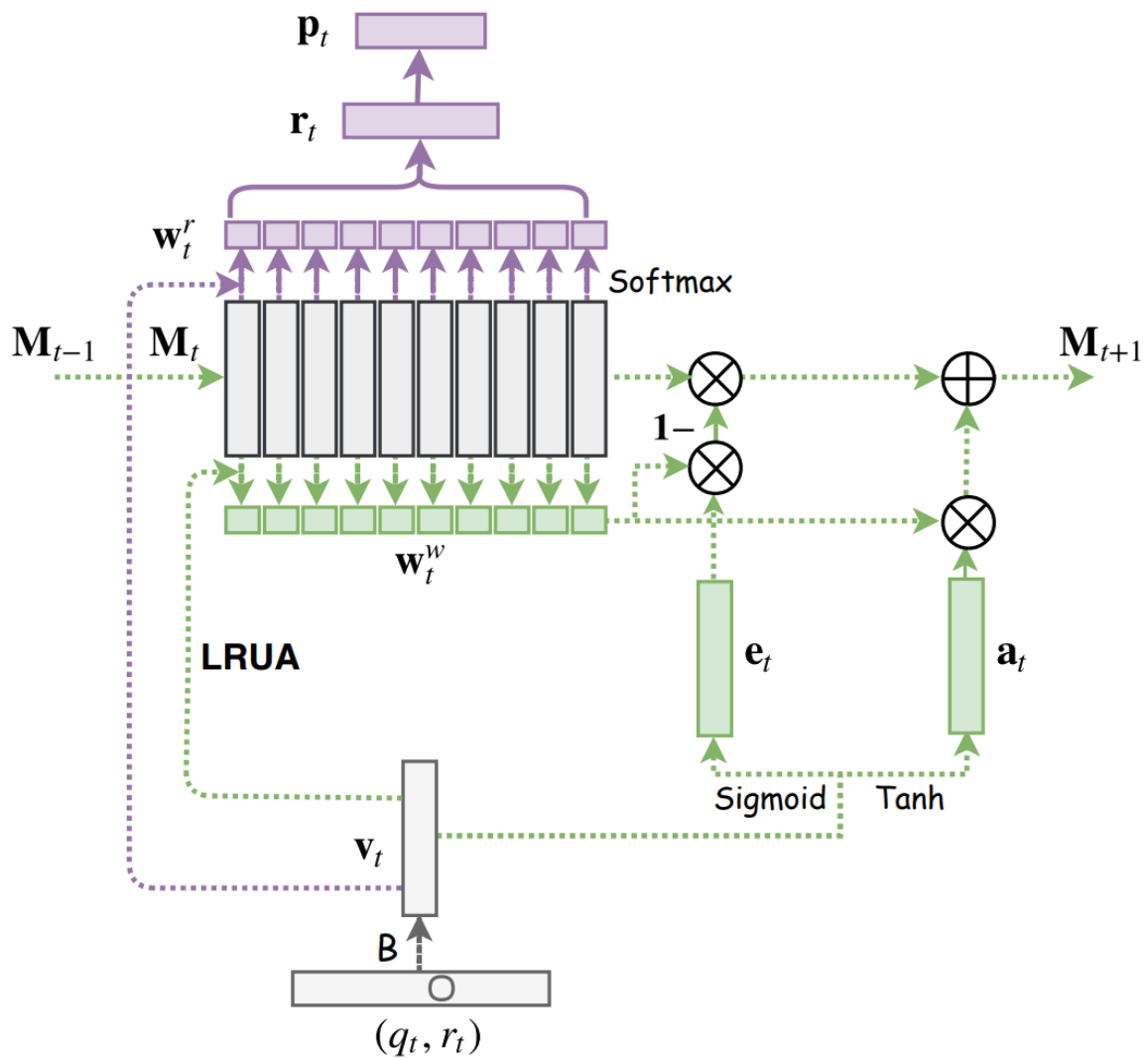
External memory라고 불리는 Module을 가진 Neural Net은 long-term dependencies와 알고리즘 문제들을 해결하기 위해 network를 제안합니다.

External memory는 지식을 저장하는 memory matrix와 환경을 controller하는 matrix를 가지고 있습니다.

Model

KT문제를 해결하기 위해서 기존의 MANN모델을 활용할 것입니다. 그리고, MANN의 deficiencies를 보여준 후, 우리는 DKVMN을 표현할 것입니다.

Memory-Augmented Neural Network for Knowlege Tracing



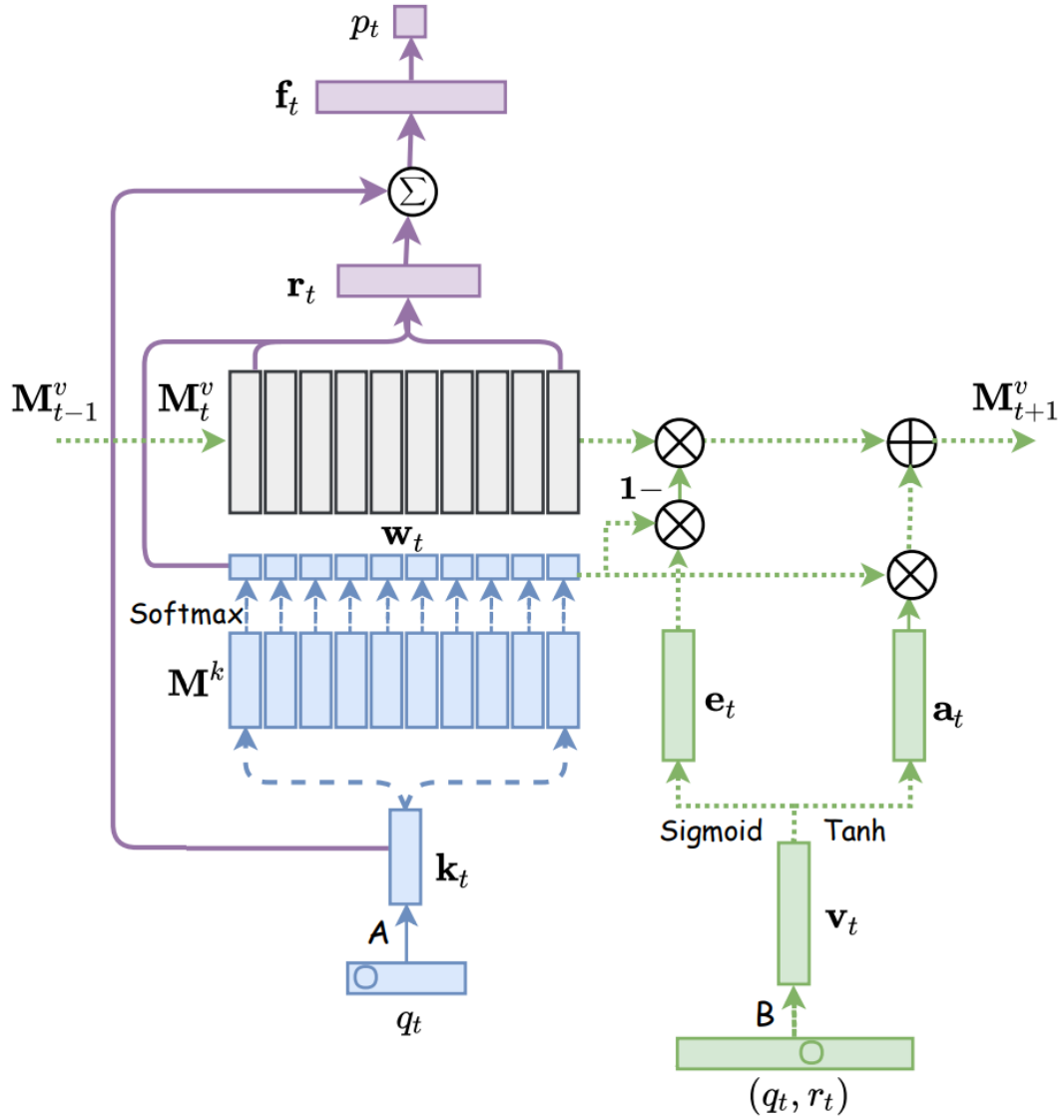
(a) Architecture for Memory-Augmented Neural Networks.

Dynamic Key-Value Memory Networks

knowledge Tracing과 같은 Task에서는 학생들의 답변에 대한 정보를 얻고, 다른 type에 관련하여, 예측을 하는 것이기에, 적합하지 않습니다.

이러한 문제를 해결하기 위해, DKVMN model은 single Matrix을 가지고 있기보다는 key-values의 쌍으로 이루어져 있습니다. DKVMN model은 불변하지 않는 key를 구성요소로 활용하며, value에는 요소에 답변을 input합니다.

DKVMN은 학생들의 지식을 value matrix를 읽음으로써 추적합니다. input exercise와 key matrix의 input을 사용함으로써, value matrix를 계속해서 학습해나갑니다.



(b) Architecture for Dynamic Key-Value Memory Networks.

Experiments

Model	Synthetic-5					ASSISTments2009					ASSISTments2015					Statics2011				
	s. dim	m. size	test auc	p. num		s. dim	m. size	test auc	p. num		s. dim	m. size	test auc	p. num		s. dim	m. size	test auc	p. num	
DKT	10	-	80.06	2.4K		10	-	80.38	4.3K		10	-	72.40	4.0K		10	-	78.12	39K	
	50	-	80.22	28K		50	-	80.53	37K		50	-	72.52	36K		50	-	79.86	205K	
	100	-	80.34	96K		100	-	80.51	114K		100	-	72.49	111K		100	-	80.16	449K	
	200	-	80.32	352K		200	-	80.43	388K		200	-	72.45	382K		200	-	80.20	1.0M	
DKVMN	10	50	82.00	12K		10	10	81.47	7k		10	20	72.68	14K		10	10	82.72	92K	
	50	50	82.66	25K		50	20	81.57	31k		50	10	72.66	29K		50	10	82.84	197K	
	100	50	82.73	50K		100	10	81.42	68k		100	50	72.64	63K		100	10	82.71	338K	
	200	50	82.71	130K		200	20	81.37	177k		200	50	72.53	153K		200	10	82.70	649K	

Conclusion

DKVMN은 학생들의 학습을 개선시키고자 구현되어있습니다. SOTA를 달성할 뿐만 아니라,
표준 MAN과 비교하여, 키 값 쌍을 통해 DKVMN의 근본적인 개념을 발견할 수 있습니다.
그리고 모든 개념에서 학생들의 지식 상태를 추적하는 가능합니다.

<https://arxiv.org/abs/1611.08108>