

기초인공지능 과제 3번 보고서

20181650 안도현

1. 문제2에서 새로운 출력 Factor의 unconditionedVariable과 conditionedVariable 구하는 방법

② 증명이 어려운 경우 아래 케이스들에 대해 출력 Factor의 unconditionedVariable과 conditionedVariable을 구하는 과정과 그 결과를 작성

-기본적으로 factor들을 입력받아 join할 때, 각 factor의 unconditioned variable과 conditioned variable을 얻는다. 그리고 그 각 variable set을 union 하여 새로운 factor의 unconditioned와 conditioned variable을 주는데, 이 conditioned variable set의 원소 중에서 unconditioned variable set에도 포함된 것은 conditioned set에서 제외한다. 이 부분에 대한 것은 과제 명세서의 예시로부터 일반화하여 도출한 결론이다.

-이후 이 새로운 factor CPT의 확률 entry들을 채울 때는 domain으로부터 각 assign을 iterate하며 입력 factor들에서 얻은 확률들을 곱하여 채워준다. 조건부 확률도 분수 꼴로 나타낼 때 분모는 상수로 처리한 뒤 이후 정규화를 거쳐 확률을 얻을 수 있기 때문이다.

$joinFactors(P(A, B, C, D, E, F|K, L, M, N), P(C, D, E, K, M|A, C, F))$

$\rightarrow P(A, B, C, D, E, F, K, M|L, N)$

unconditioned variable은 각 factor들의 그것을 union한 것일 뿐이므로 A,B,C,D,E,F,K, M이 되고, conditioned variable 중 unconditioned variable set에 포함된 것은 지워야 하므로 K,M,A,C,F를 지워 L과 N이 conditioned variable에 남는다.

$joinFactors(P(U, V, X, Y|Z, M, Q, B), P(Z, M, U, X, Q|Y, V, A, B))$

$\rightarrow P(U, V, X, Y, Z, M, Q|B, A)$

unconditioned variable은 각 factor들의 그것을 union한 것일 뿐이므로 U,V,X,Y,Z,M,Q가 되고, conditioned variable 중 unconditioned variable set에 포함된 것은 지워야 하므로 Z,M,Q,Y,V를 지워 A와 B가 conditioned variable에 남는다.

$joinFactors(P(X, K, V|L, E, S, F), P(R, S, U|K, V, L))$

$\rightarrow P(X, K, V, R, S, U|L, E, F)$

unconditioned variable은 각 factor들의 그것을 union한 것일 뿐이므로 X,K,V,R,S,U가 되고, conditioned variable 중 unconditioned variable set에 포함된 것은 지워야 하므로 S,K,V를 지워 L,E,F가 conditioned variable에 남는다.

2. 다음과 같은 CPT (Factor)가 주어졌을 때 unconditioned variable L을 제거하는 과정 서술

문제3에서 본인이 작성한 코드의 흐름을 따라가면서 설명 (코드를 포함하지는 마세요.)

-eliminate함수는 인자로 factor와 삭제할 variable을 받는다. 우선 unconditioned variable중 하나가 eliminationvariable이 되므로 unconditioned variable에서 eliminationvariable을 지운 것을 적용해 새로운 factor를 만든다. 그리고 이 새로운 factor CPT의 entry를 채우기 위해 역시 getAllPossibleAssignmentDicts()의 리턴값을 iterate하게 되는데, 삭제되는 변수의 domain을 다시 iterate하며 해당 assing dictionary에 eliminationvariable의 현재 iteration 값을 추가하여 구한 확률을 모두 더한 결과를 그 entry의 확률값으로 추가한다.

Given CPT: P(V, W, L)				Output CPT: P(V, W)			
V	W	L	Prob.	V	W	L	Prob.
Taxi	Sun	Yes	0.0135	Taxi	Sun		
Taxi	Sun	no	0.0315	Taxi	Sun		
Taxi	Rain	Yes	0.012	Taxi	Rain		
Taxi	Rain	no	0.008	Taxi	Rain		
Bus	Sun	Yes	0.162	Bus	Sun		
Bus	Sun	no	0.378	Bus	Sun		
Bus	Rain	Yes	0.018	Bus	Rain		
Bus	Rain	no	0.012	Bus	Rain		
Subway	Sun	Yes	0.0945	Subway	Sun		
Subway	Sun	no	0.2205	Subway	Sun		
Subway	Rain	Yes	0.03	Subway	Rain		
Subway	Rain	no	0.02	Subway	Rain		

그렇다면 이 예시에 적용해보겠다. 우선 L을 삭제한 새 factor의 CPT는 아래와 같다.

V	W	Prob.
Taxi	Sun	0.045
Taxi	Rain	0.020
Bus	Sun	0.540
Bus	Rain	0.030
Subway	Sun	0.315
Subway	Rain	0.050

이 각각의 row에 대해 for loop가 진행되는데, 이 루프 내부에서 다시 기존의 L의 도메인을 돌며 그 값까지 추가한 dictionary의 확률값을 누적해 그 확률을 배정한다. 즉, Taxi와 Sun인 row의 확률은 L이 Yes인 경우의 확률 0.0135와 no인 경우의 확률 0.0315를 더해 0.0450이 된다. 또 마지막 row인 subway, rain의 경우 L이 Yes인 경우 0.03과 no인 경우 0.02를 더해 0.05가 된다. 이런 방식으로 elimination이 진행된다.

3. 문제4를 정상적으로 수행한 후 출력되는 output Factor에서 query variable과 evidence dictionary의 역할 또는 의미 서술

-query variable은 output Factor의 unconditioned variable, evidence dictionary의 key들은 output Factor의 conditioned variable이 된다. 문제 4번은 probability inference 과정에서 중간중간에 variable elimination을 삽입해 enumeration에서 진행되던 불필요한 중첩 계산을 하지 않는 방법으로 구현하는 것이었다. elimination variable들은 전체 bayes net에서 query variable과 evidence들을 제외한 것들인데, 이들의 제거 순서로 정렬되어 있는 elimination_order가 이미 입력으로 주어진다. 그러면 해야될 것은 입력받은 evidence dictionary를 사용해 얻은 factor list가 있을 때, elimination_order를 iterate하며 해당하는 elimination variable들을 factor list와 join하여 제거해야 할 변수를 포함한 factor를 묶은 뒤 elimination하여 제거해야할 변수가 지워진 CPT를 차차 완성해가는 것이다. (물론 unconditioned variable이 1개인 joined factor는 sum 수행 시 trivial한 결과를 내므로 무시한다)

정리하면 우리가 구해야 하는 $P(\text{query variable} | \text{evidence dictionary})$ 에 대한 factor는 위에서 설명한대로 전체 factor에서 하나씩 join 및 elimination을 거치며 결과적으로 query variable과 evidence dictionary만 남는 factor가 나오고, 거기서 query variable과 evidence는 각각 unconditioned와 conditioned에 포함되며, 최종적으로 전부 join 된 factor에 대해 normalize를 호출한 결과를 리턴하여 유효한 CPT를 얻는다. 결과적으로 이 CPT를 통해 evidence dictionary로 conditioned variable에 대한 값이 주어졌을 때, 관심을 갖는 값인 query variable에 대한 CPT는 바로 이 최종 factor의 CPT와 같음을 알 수 있다.