왓슨 컴퓨터의 인공지능 소개

소프트웨어정책연구소
김석원

2015.11.30

Jeopardy Challenge

http://www.eweek.com/c/a/IT-Infrastructure/IBMs-Watson-Supercomputer-to-Take-on-Humans-in-1M-Jeopardy-Tournament-385208

Jeopardy game

Jeopardy! Round

EU, THE EUROPEAN UNION	ACTORS WHO DIRECT	DIALING FOR DIALECTS	BREAKING NEWS	ONE BUCK OR LESS	ALSO ON YOUR COMPUTER KEYS
$200 1 Each year the EU selects capitals of culture; one of the 2010 cities was this Turkish "meeting place of cultures"	$200 23 "Rocky II", "III" & "IV"	$200 30 Sprechen Sie Plattdeutsch? If you do, you speak the Low variety of this language	$200 16 Before this hotel mogul's elbow broke through it, a Picasso he owned was worth $139 million; after, $85 million	$200 17 On December 8, 2008 this national newspaper raised its newsstand price by 25 cents to $1	$200 22 Proverbially, it's "where the heart is"
$400 25 The Schengen Agreement removes any controls at these between most EU neighbors	$400 24 "Million Dollar Baby" & "Unforgiven"	$400 26 Dialects of this language include Wu, Yue & Hakka	$400 28 It was 103 degrees in July 2010 & Con Ed's command center in this N.Y. borough showed 12,963 megawatts consumed at 1 time	$400 29 The USPS cost for mailing this, a minimum of 3 1/2 x 5 inches, is 28 cents; wish you were here!	$400 27 A loose-fitting dress hanging straight from the shoulders to below the waist
$600 21 A controversial EU subsidy program is called CAP, short for "common" this "policy"	$600 11 "The Pledge" & "Into the Wild"	$600 15 Vedic, dating back at least 4,000 years, is the earliest dialect of this classical language of India	DD: $3,600 18 Senator Obama attended the 2006 groundbreaking for this man's memorial, 1/2 mile from Lincoln's	$600 19 In 2002 Eminem signed this rapper to a 7-figure deal, obviously worth a lot more than his name implies	$600 20 Football position that can be split or tight
$800 2 Elected every 5 years, it has 736 members from 7 parties	$800 10 "The Great Debaters"	$800 4 While Maltese borrows many words from Italian, it developed from a dialect of this Semitic language	$800 6 Gambler Charles Wells is believed to have inspired the song "The Man Who" did this "At Monte Carlo"	$800 8 99 cents got me a 4-pack of Ytterlig coasters from this Swedish chain	$800 13 It's an abbreviation for Grand Prix auto racing
$1000 3 As of 2010, Croatia & Macedonia are candidates but this is the only former Yugoslav republic in the EU	$1000 9 "A Bronx Tale"	$1000 5 Aeolic, spoken in ancient times, was a dialect of this	$1000 7 Nearly 10 million YouTubers saw Dave Carroll's clip called this "friendly skies" airline "Breaks Guitars"	$1000 12 A 15-ounce V05 Moisture Milks conditioner from this manufacturer averages a buck online	$1000 14 An additional section placed within the folds of a newspaper

http://j-archive.com/showseason.php?season=27

주의할 게임 규칙

- 사전 buzz-in penalty – 불이 켜진 후에 buzz
- Daily Double
  - 선택한 사람만 답변
  - 베팅은 $5 to max(자기점수, 보드최고점수)
  - 1라운드 1개, 2라운드 2개
- Final Jeopardy
  - 세 명 모두 답변
  - 베팅은 $0 to 자기점수 - 올인
- 문제로 제시된 clue가 대답이 되는 “질문”을 맞춰야 함
  - “(Q)이것은 천국과 지옥을 그린 시스틴성당에 있는 미켈란젤로의 벽화이다 -> (A)What’s The Last Judgment? "
  - Jeopardy 라운드에서는 경고만 하고 넘어감
  - Double Jeopardy 라운드에서는 경고를 하고 답변을 rephase하게 함
  - Final Jeopardy 라운드에서는 정확하게 답하지 않으면 오답

제외된 문제 유형

- Watson의 제약에 따라 제외된 문제 유형
- A/V questions
  - 그림이나 음악이 포함된 문제
- Special Instructions
  - 문제(clue)외에 추가 설명이 주어지는 문제
    - Category: Decode the Postal Codes
    - *호스트의 설명: We're going to give you a word comprising two postal abbreviations; you have to identify the states.*
    - Clue: Vain
    - Answer: Virginia and Indiana

Resources

Link to the resources

Table of Contents, IBM Journal of Research and Development, Vol. 56, No. ¾, May/July 2012

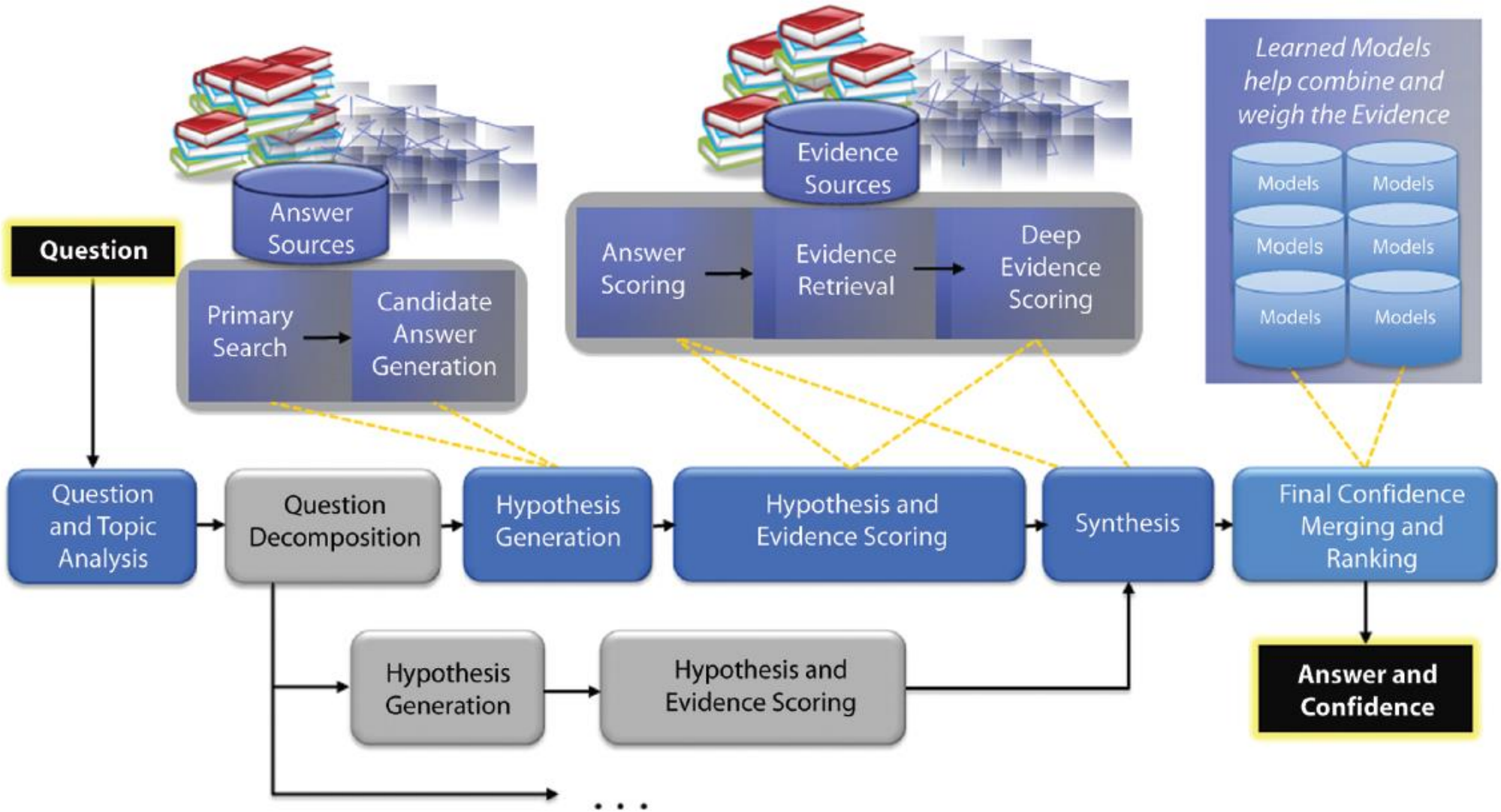
연습

- 그녀는 일본의 피겨스케이트 선수로 2009 그랑프리 파이널에서 김연아에 이어 2위를 차지
- 2010 뱅쿠버 동계올림픽에서는 5위

연습

- 그녀는 일본의 피겨스케이트 선수로 2009 그랑프리 파이널에서 김연아에 이어 2위를 차지
- 2010 뱅쿠버 동계올림픽에서는 5위

왓슨 아키텍처



Introduction to "This is Watson", D.A. Ferrucci, IBM Journal of Research and Development, Vol. 56, No. ¾, May/July 2012.

사전 준비

- 게임은 offline으로 진행
- 실시간으로 검색, 계산하기에 느림
- Source Expansion
  - Unstructured resources
    - 위키피디아, 세익스피어 작품, 성서, IMDB, 기타 웹콘텐츠 등을 미리 변환해 둠
    - Textual corpus 형태로 저장
  - PRISMATIC
    - 자체 개발한 지식 소스
    - 많은 텍스트 문서에서 syntactic and shallow semantic relation을 추출하여 트리구조화
  - Structured content
    - DBpedia, WordNet, YAGO ontology, etc.

자연어 처리

- Deep parsing
  - Syntactic and shallow semantic analysis

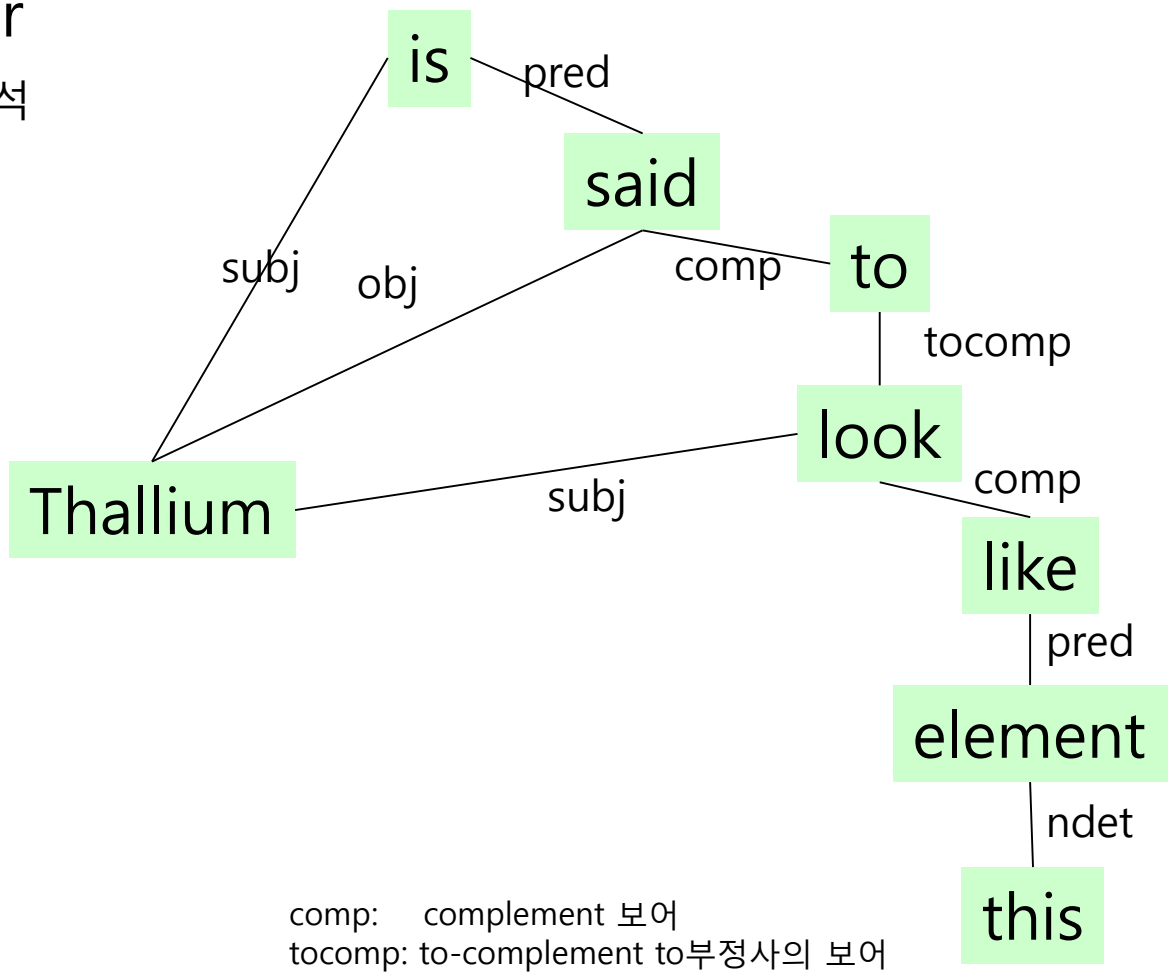
- 관계추출
  - 사전 정의된 관계에 대한 추출
    - 주로 영화연예 분야, 시간관계, 위치관계, 국적 등
  - Prolog Theorem Prover 이용

자연어처리 - Deep parsing

ESG : English Slot Grammar

어휘, 문법관계, 시만틱정보 분석

Thallium is said to look like this element



comp: complement 보어
tocomp: to-complement to부정사의 보어
pred: predicate 술부
ndet: noun determiner 명사한정사

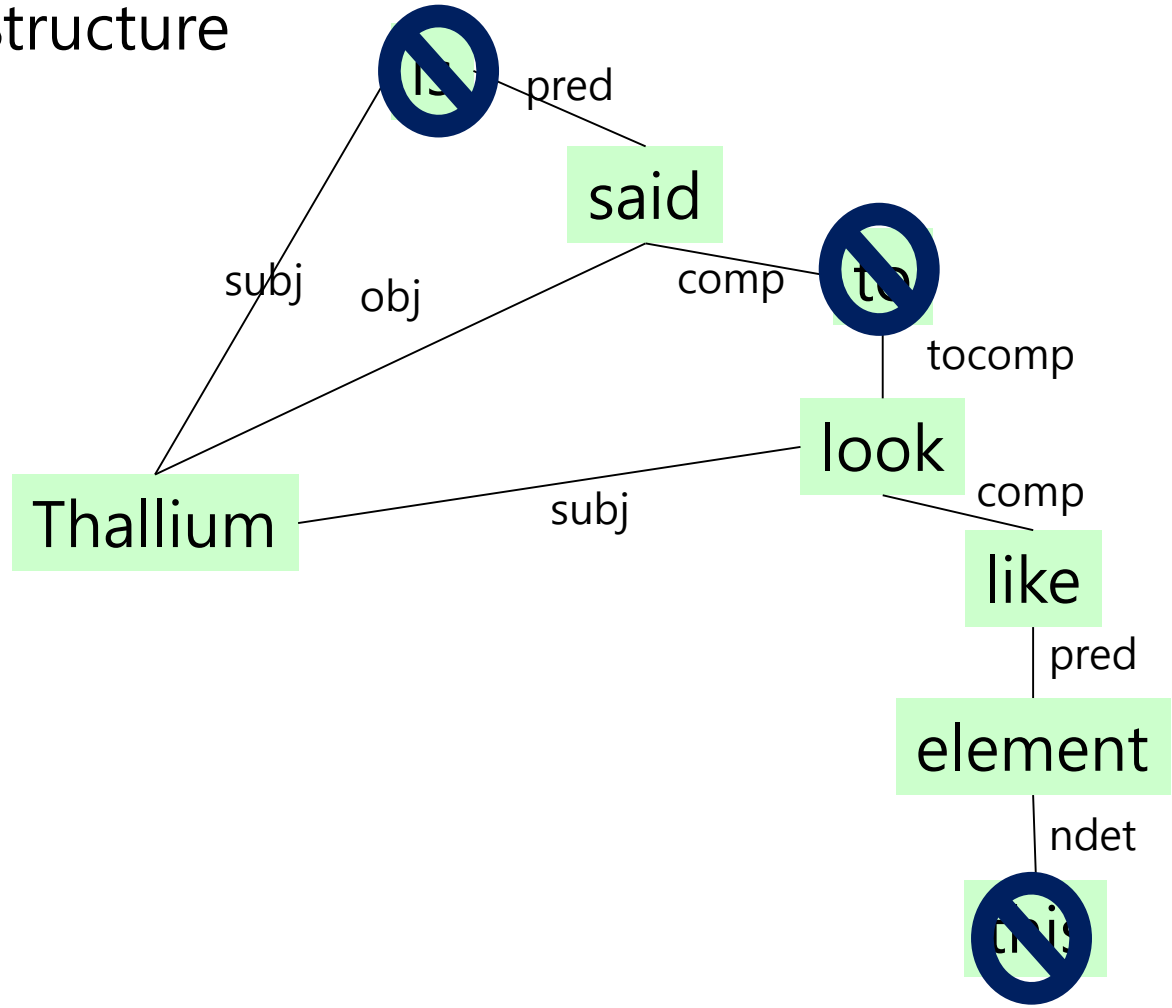
An Overview of Natural Language Processing in DeepQA/Watson, Wlodek Zadrozny, DeepQA Team @ IBM Research, 2010

Deep parsing

PAS: Predicate Argument Structure

predicate 중심으로 추상화

Thallium is said to look like this element



ESG parse – details

Chandeliers look great but nowadays do not usually use these items from which their name is derived.

Parse tree	Word-sense-predication	features
subj(n)	chandelier(1)	noun cn pl physobj artf
lconj	look(2,1,3)	verb vfin vpres pl sta
comp(a)	great(3,1,u)	adj erest
top	but(4)	verb vfin vpres pl cord
vadv	nowadays(5,6)	adv
rconj	do(6,1,9)	verb vfin vpres pl
vadv	not(7,6)	adv ppadv nounadv neg
vadv	usually(8,9)	adv
auxcomp(binf)	use(9,1,11,u)	verb vinf vpref ssa
ndet	these(10)	det pl def
obj(n)	item(11,u)	noun cn pl
comp(p)	from(12,17,13)	prep wh
objprep(n)	which(13,11,u)	noun pron wh
ndet	their(14)	det sg possdet
subj(n)	name(15,u,u)	noun cn sg langunit
nrel	be(16,15,17)	verb vfin vpres sg
pred(en)	derive(17,u,15,12)	verb ven vpass

Deep parsing in Watson, M. C. McCord et al., IBM Journal of Research and Development, Vol. 56, No. ¾, May/July 2012

패턴기반 관계 추출

- authorOf(author, work) **관계 찾는 사례**

In 1936, he wrote his last play, "The Boy David"; an actress played the title role.

- **규칙**
  - **Notation :**

    [NodeA] -> dependencyLabel -> [NodeB]

  - **예제: 동사 중심 패턴**

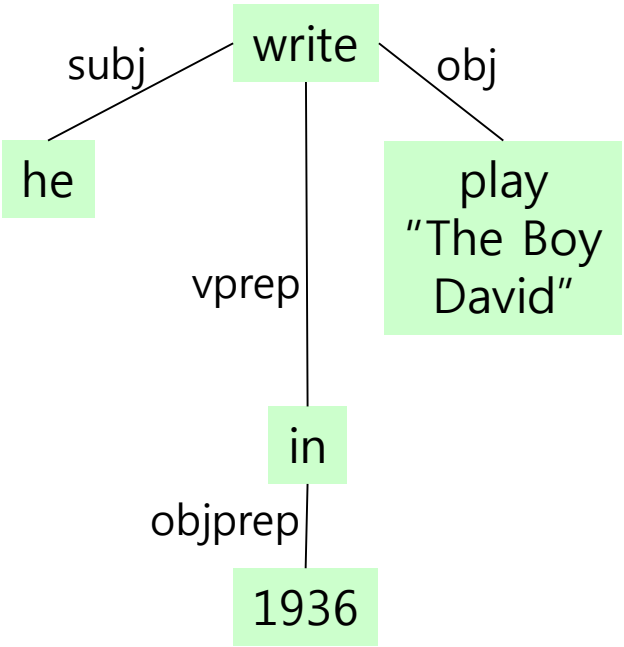
    authorOf :: [WriteVerb] -> subj -> [Author] &
    [WriteVerb] -> obj -> [Work]

  - **또 다른 예제: 명사 중심 패턴**

    authorOf::[Author]->Label->["of"-Arg] &
    ["of"-Arg]->objprep->[Work]

    - **이 규칙은 an author of "Fathers and Sons" 문장에 적용 가능**

PAS form



Deep parsing in Watson, M. C. McCord et al., IBM Journal of Research and Development, Vol. 56, No. ¾, May/July 2012

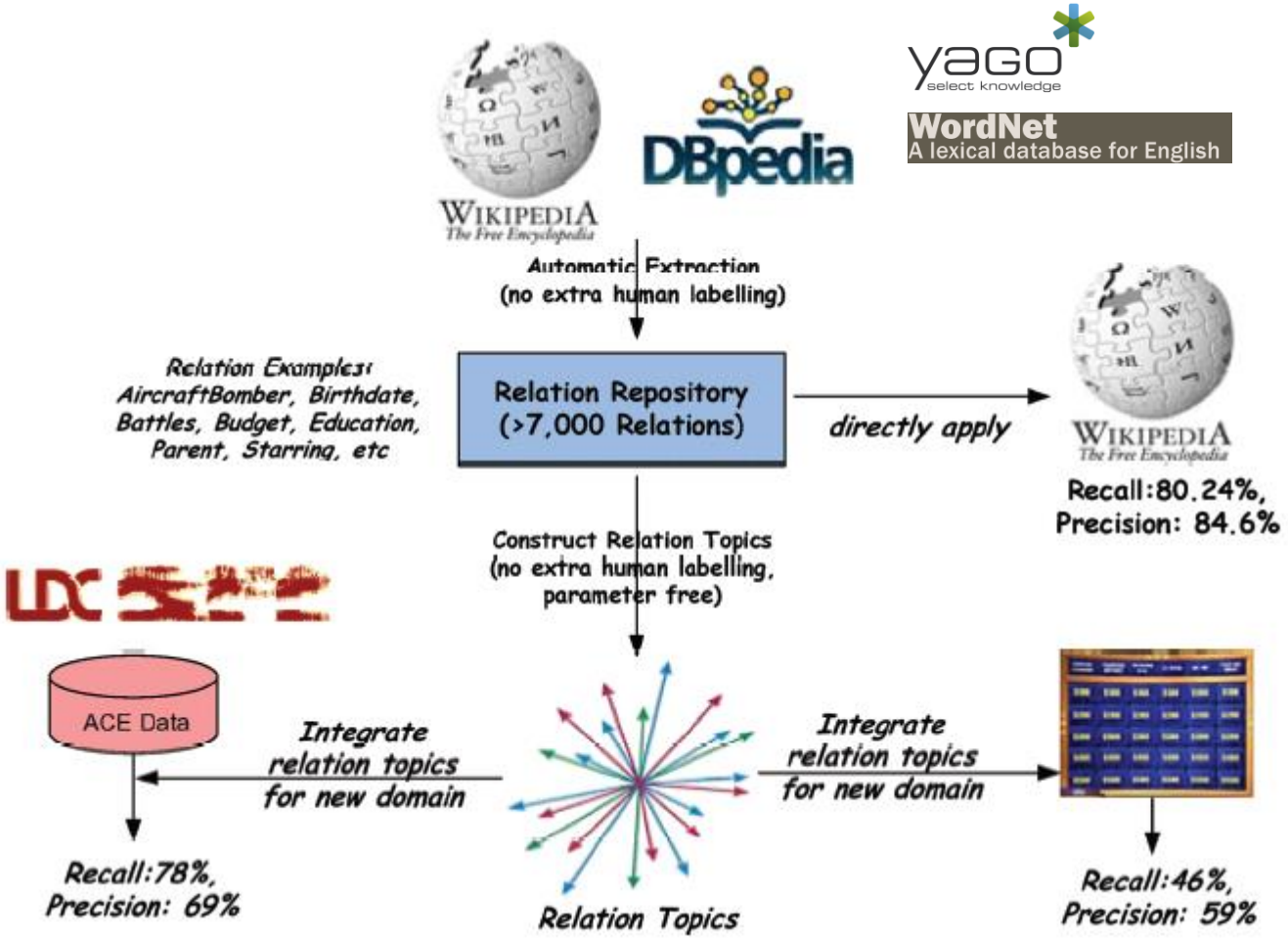
Pattern Based Relations Inventory

- A&E
  - actorIn[]
  - actorOf[]
  - authorOf[]
  - directorOf[]
  - creatorOf[]
  - playwrightOf[]
  - performerOf[]
  - composerOf[]
  - artRelation[]
- Ontologically broader
  - bornIn[], bornOn[]
  - nationalityOf[]
  - timeStamp[]
  - altName[], nickName[]
  - roleOf[]
  - anniversaryOf[], …
- Semantic frames
  - awardType[], basedOn[], partyAffiliation[], …
- Geo-spatial
  - locRelative[], border[] …

about 30 relations
10-20 rules per relation

An Overview of Natural Language Processing in DeepQA/Watson, Wlodek Zadrozny, DeepQA Team @ IBM Research, 2010

Statistical relation extraction



Sauve announced his retirement from the NHL in 1989.

Sauve retired from the NHL in 1989.

ActiveYearEndDate (Person, Year) relation

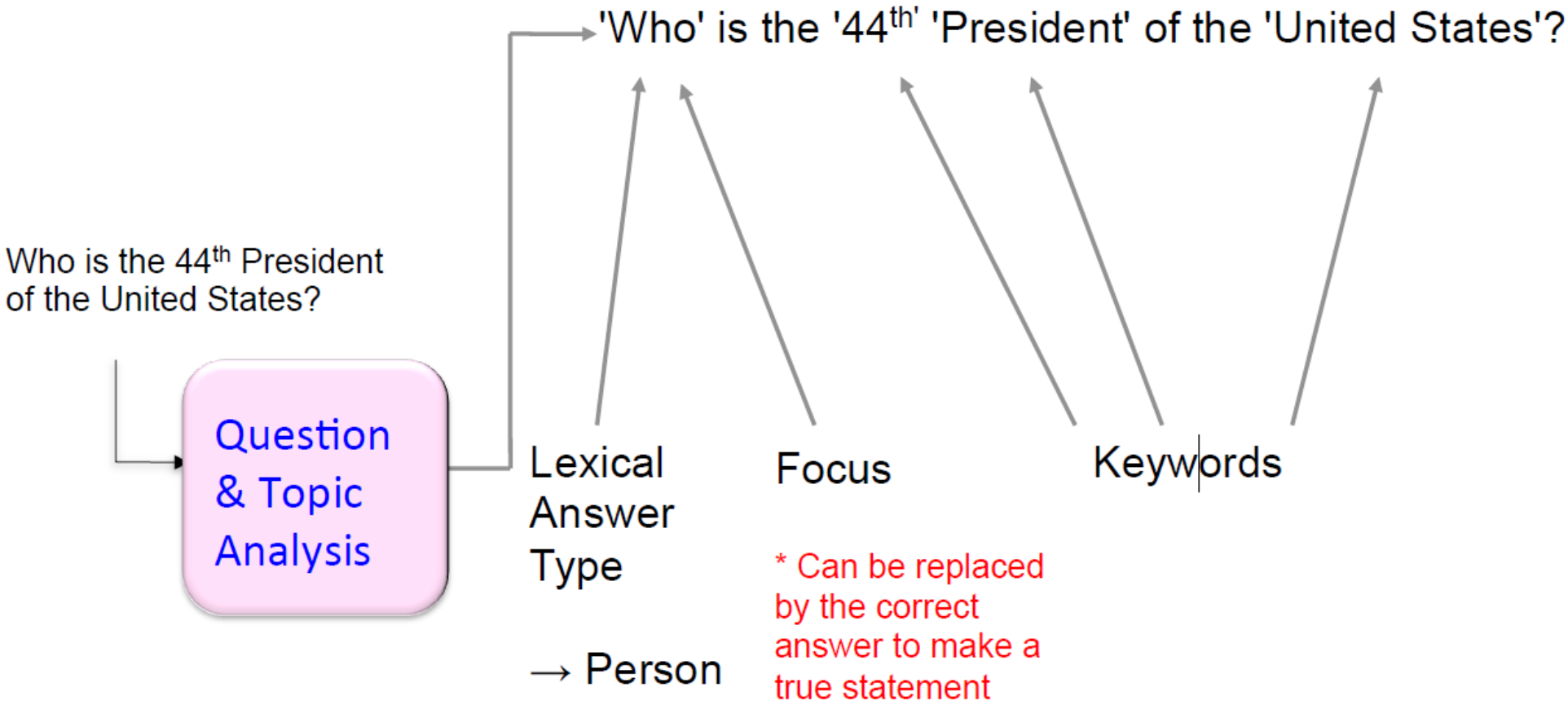
Collected 620,000 samples
Extracted 7,628 relations

Relation extraction and scoring in DeepQA, C. Wang et al., IBM Journal of Research and Development, Vol. 56, No. ¾, May/July 2012.

가설수립

- 문제에서 focus, Lexical Answer Type 추출
  - Focus: 답안을 지시하는 말
    - This/that, he/she, …
  - LAT: 답안의 유형을 표시
    - Focus, 카테고리,
- 검색을 통해 답안후보(Candidate Answers) 수집
- CA를 문제에 대입하여 재검색
  - 추가 근거 수집
  - CA에 대한 평가 개선

문제/주제 분석



Watson & Open Source Software, Ivan Portilla, 2012

문제/주제 분석

POETS & POETRY: He was a bank clerk in the Yukon before he published Songs of a Sourdough in 1907.

→ ***Lexical Answer Type (LAT)***

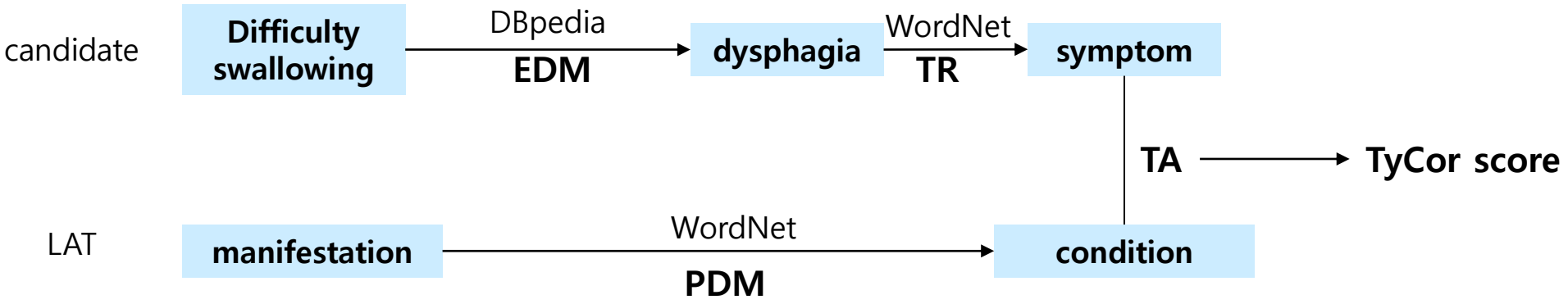
→ ***Focus***

- **Focus "he"**
- **LAT**
  - **Headword of focus "he": type person**
  - **POETS: type**
  - **Clerk**
  - **나중에 type coercion에서 후보 평가에 사용**

Question analysis: How Watson reads a clue, A. Lally et al., IBM Journal of Research and Development, Vol. 56, No. ¾, May/July 2012.

TyCor (Type Coercion)

- 후보수집 Generate-and-type framework을 보완
  - 타입을 무시하고 일단 후보부터 수집하는 전략
    - 정답이 후보에 들지 못하는 것을 피하자!
  - 후보가 답안과 호환되는지 TyCor로 평가
    - "Who"를 물었는데 "Chicago"가 정답일 가능성은 낮다

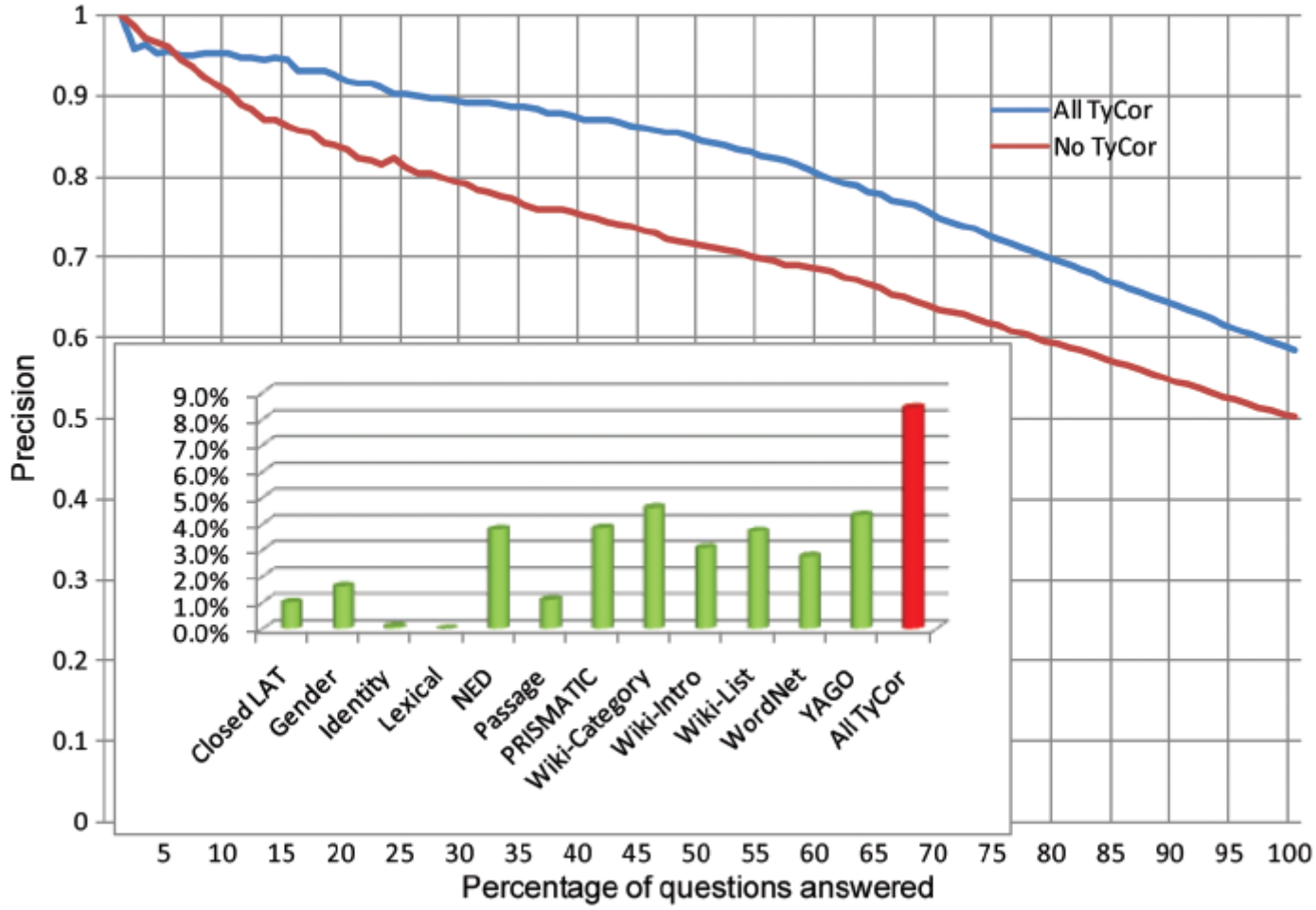


YAGO TyCor 예제

EDM Entity disambiguation and matching
TR Type retrieval
PDM Predicate disambiguation and matching
TA Type alignment

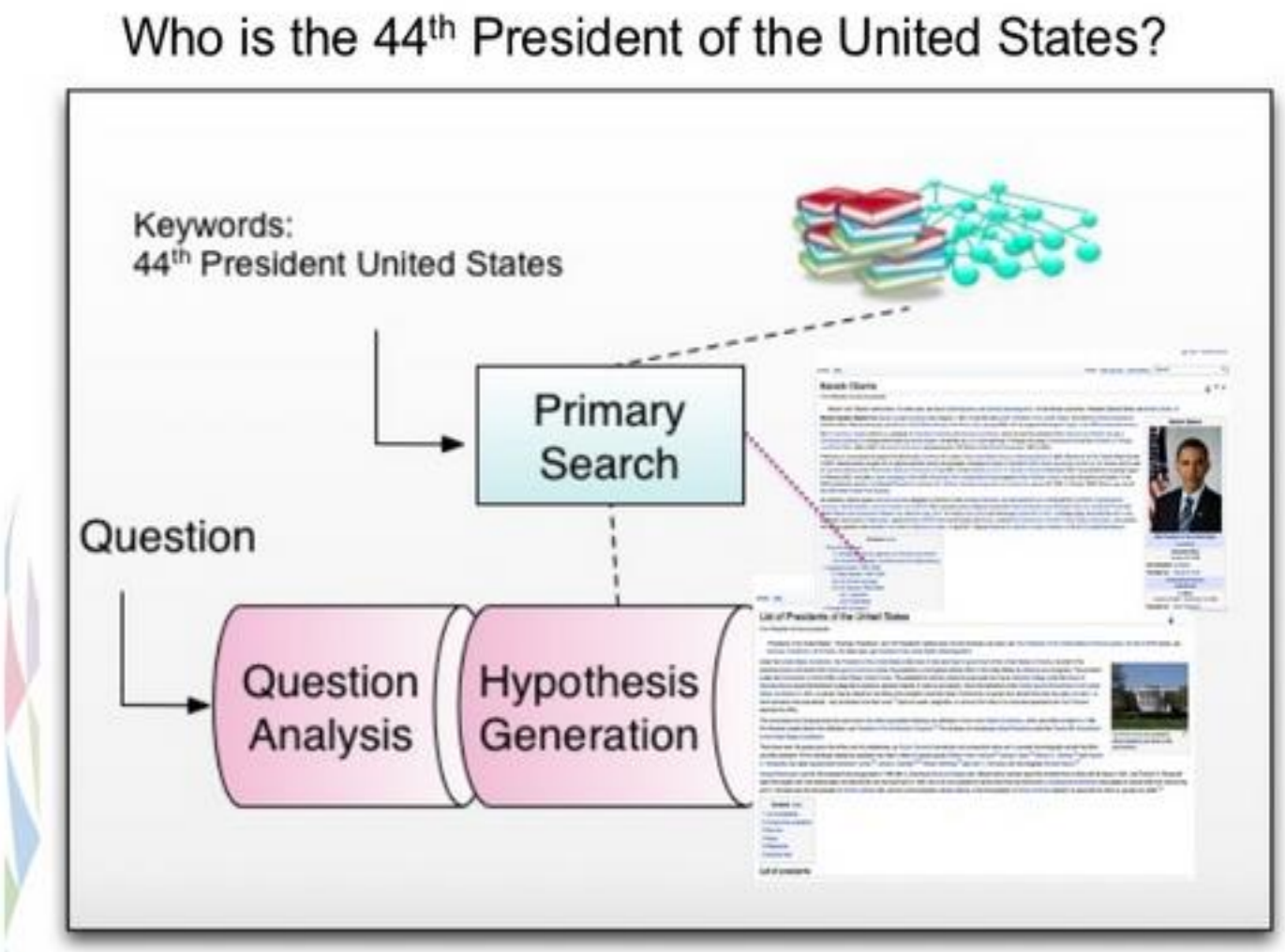
Typing candidate answers using type coercion, J. W. Murdock et al., IBM Journal of Research and Development, Vol. 56, No. ¾, May/July 2012.

Impact of TyCor



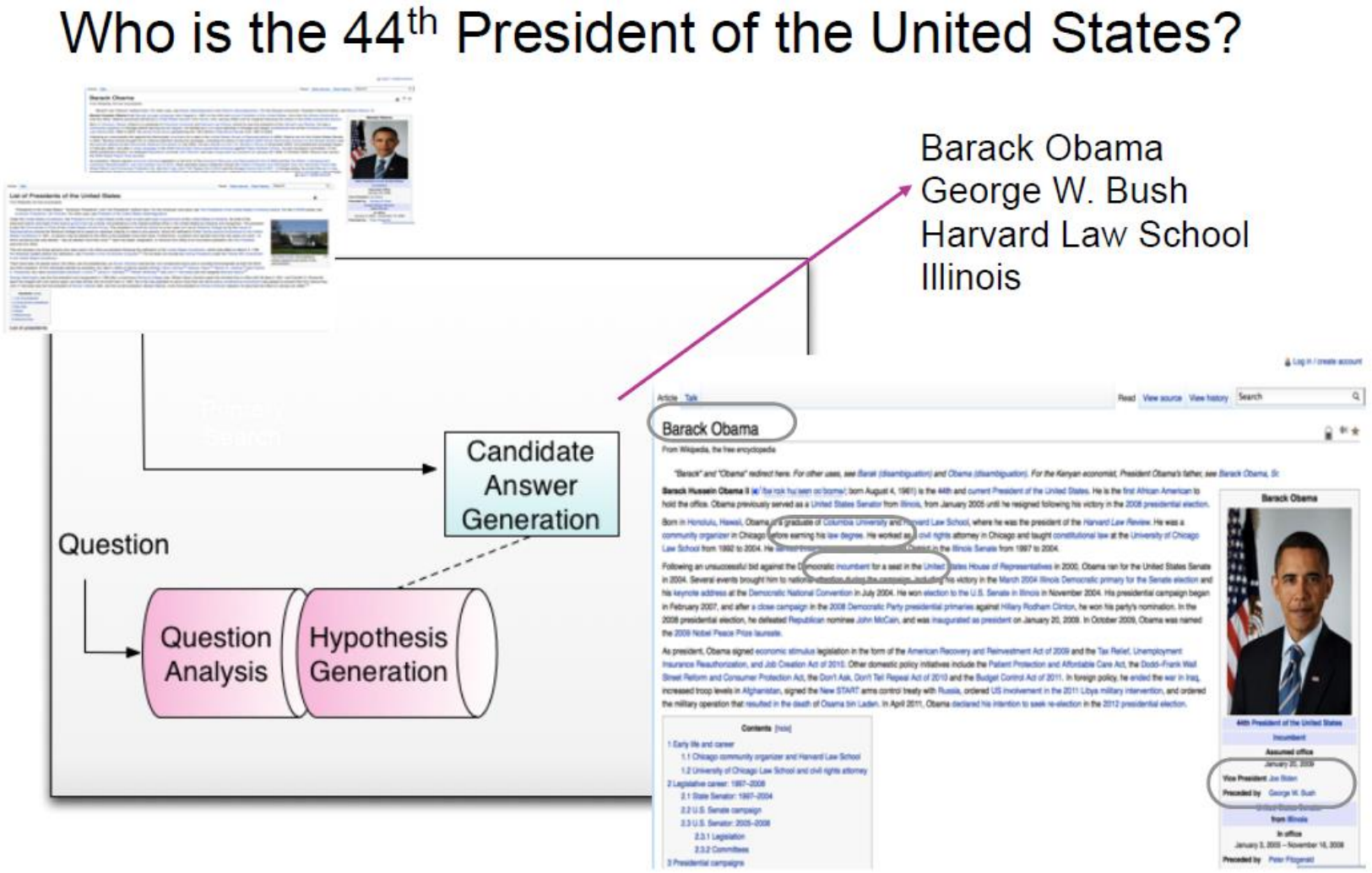
Typing candidate answers using type coercion, J. W. Murdock et al., IBM Journal of Research and Development, Vol. 56, No. ¾, May/July 2012.

가설 생성 – CA수집



Watson & Open Source Software, Ivan Portilla, 2012

CA 수집 – 일단 모은다

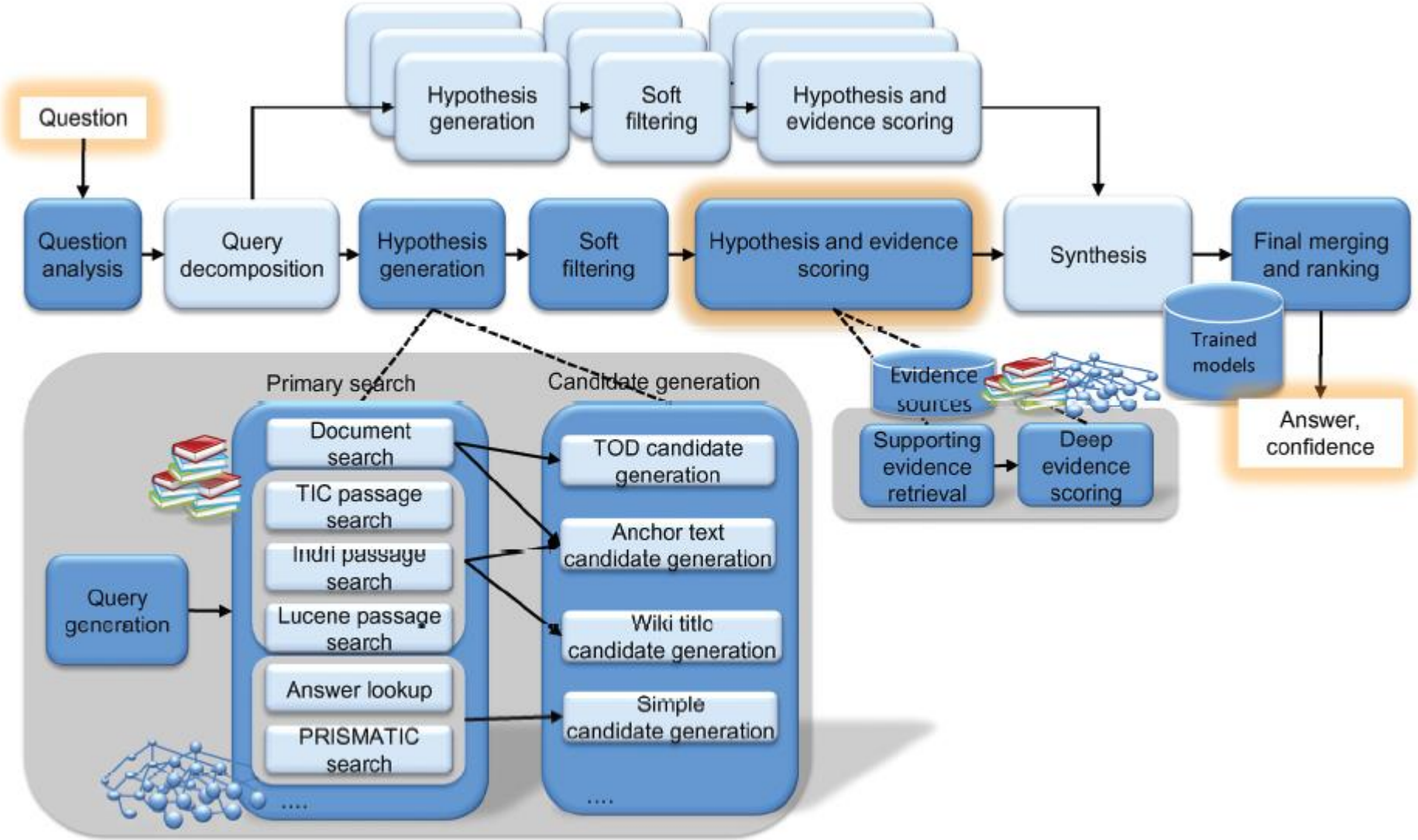


Watson & Open Source Software, Ivan Portilla, 2012

CA 수집 (cont.)

- 주어진 문제에 대해 가능한 (답변)후보를 구성
- Unstructured resources
  - wikipedia, 제목 중심 검색
  - 정답은 문서의 제목이다 : TIC (Title-in-Clue)
    - Ex- “This country singer was imprisoned for robbery and in 1972 was pardoned by Ronald Reagan” (answer : Merle Haggard)
  - 제목이 문제이다
    - Ex- “Aleksander became the president of this country in 1995”
    - The first sentence of the Wikipedia article on Aleksander states, Aleksander is a Polish socialist politician who served as the President of Poland from 1995 to 2005.
  - 검색순위, 매칭점수를 feature값으로 이용
- Structured resources
  - Answer lookup
    - 문제에서 추출된 관계가 있으면 이에 대해 여러 소스에서 검색
    - DBpedia, IMDB, semantic(관계), entertainment & geographical 관계
  - PRISMATIC
    - IBM의 custom KB, syntactic & shallow semantic (eg. isa relation)

지지 근거 검색



Finding needles in the haystack: Search and candidate generation, J. Chu-Caroll et al., IBM Journal of Research and Development, Vol. 56, No. ¾, May/July 2012.

2차 검색 – CA를 Focus에 대입

Barack Hussein Obama II (/bəˈrɑːk huːˈseɪn oʊˈbɑːmə/; born August 4, 1961) is the 44th and current President of the United States.

George Walker Bush (born July 6, 1946) is an American politician who served as the 43rd President of the United States from 2001 to 2009 and the 46th Governor of Texas from 1995 to 2000.

Barack Obama is the 44th President of the United States
George W. Bush is the 44th President of the United States
Harvard Law School is the 44th President of the United States
Illinois is the 44th President of the United States

Evidence Retrieval & Scoring

Question

Question Analysis

Hypothesis Generation

Scoring

Scoring

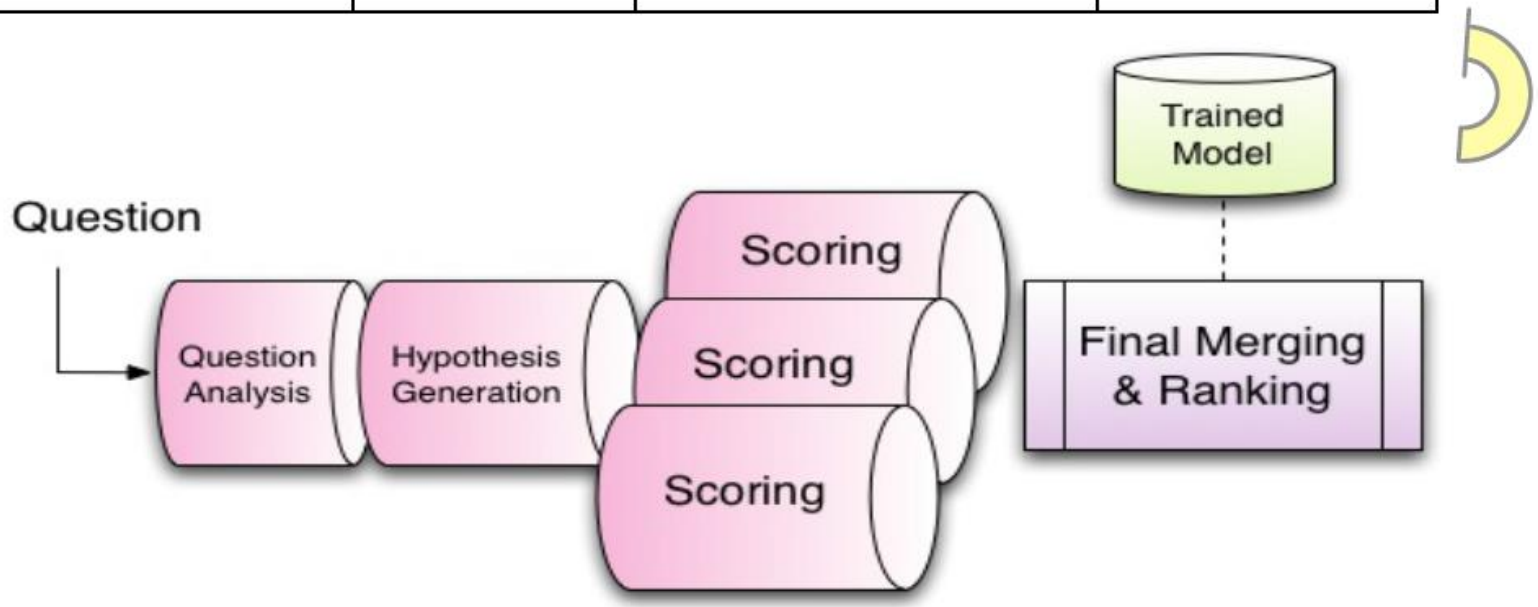
Scoring

Barack Obama .95
George W. Bush .80
Harvard Law School .05
Illinois.10

Watson & Open Source Software, Ivan Portilla, 2012

가설/근거 평가

Candidate Answer	Answer Scoring	Evidence retrieval & scoring	Confidence
Barack Obama	0.90	0.90	.95
George W. Bush	0.90	0.80	.65
Harvard Law School	0.10	0.05	.05
Illinois	0.15	0.10	.10



Watson & Open Source Software, Ivan Portilla, 2012

가설/근거 평가 – Textual evidence

- **Passage Term Match**
  - 답안후보와 문제의 용어가 같은 구절에 나타나는 빈도
  - 용어의 중요도는 매칭된 용어의 inverse document frequency로 반영 (normalized)
    - 자주 사용되지 않는 용어를 더 중요하게 취급

$$p_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} w_{ij}}{\sum_{k=1}^{n} idf(t_k)},$$

- **Textual Alignment**
  - 단어의 순서가 중요한 경우
    - Who is the president of France
      - Nicolas Sarkozy is the president of France
      - President Clinton visited France

	focus	president	France
President			
Clinton			
visit			
France			

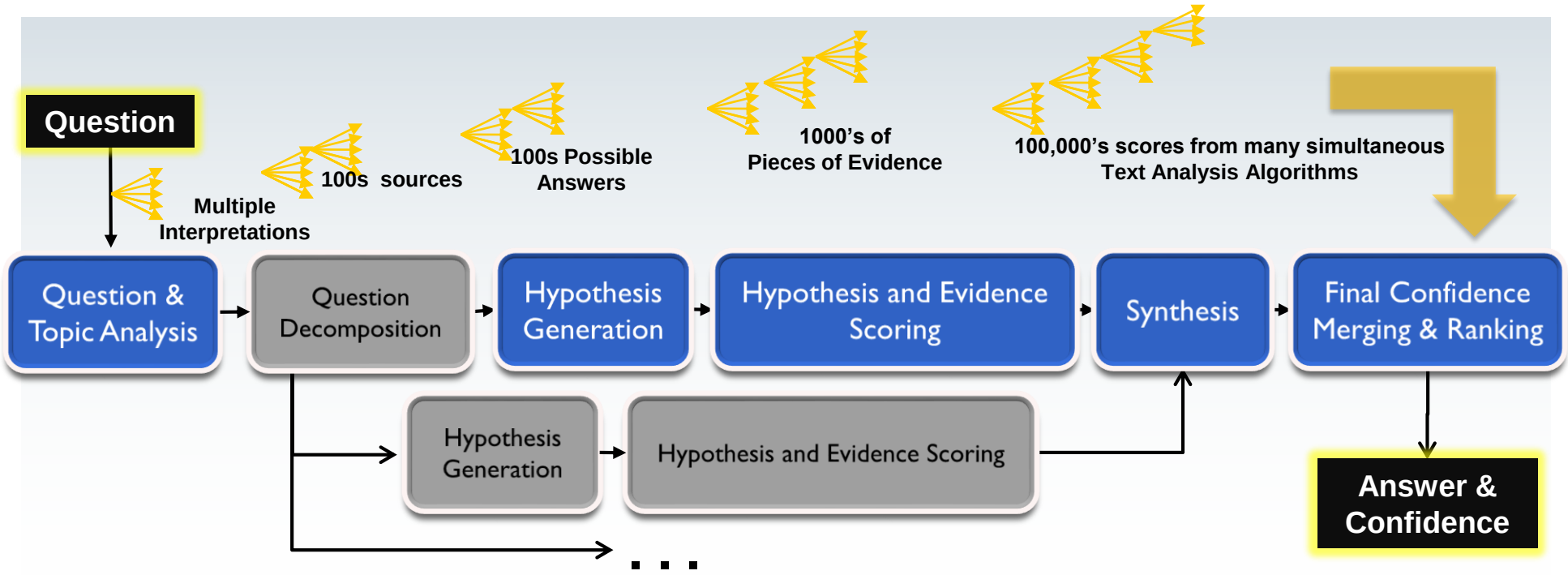
- **Skip-Bigram**
  - 용어의 pair가 함께 나오는 비율 (문제와 근거구절 사이에)
  - 구조화 그래프 활용 (문제분석 단계에서 구성)
    - Who invented the motor driven phonograph?
    - motor driven phonograph, phonograph driven by a motor, motor driving a phonograph 등을 선호
    - motors, driving, and phonographs 등은 상대적으로 낮은 값
- **Logical Form Answer Candidate Scorer**
  - Align syntact-semantic graph of question and passage

가설/근거 평가 – Relations

- Search structured resources
- Temporal
  - entity와 시간표현이 그래프에서 연결되어 있음
  - “arrived in 1984”
- Geospatial
  - 상대적 방향, 국경, 소속, 원근 등의 표현 – 쇼에서 많이 나오는 관계
  - “This country that shares its boundary with Argentina”
- TyCor
- Statistically extracted relations

종합 평가 – merging and ranking

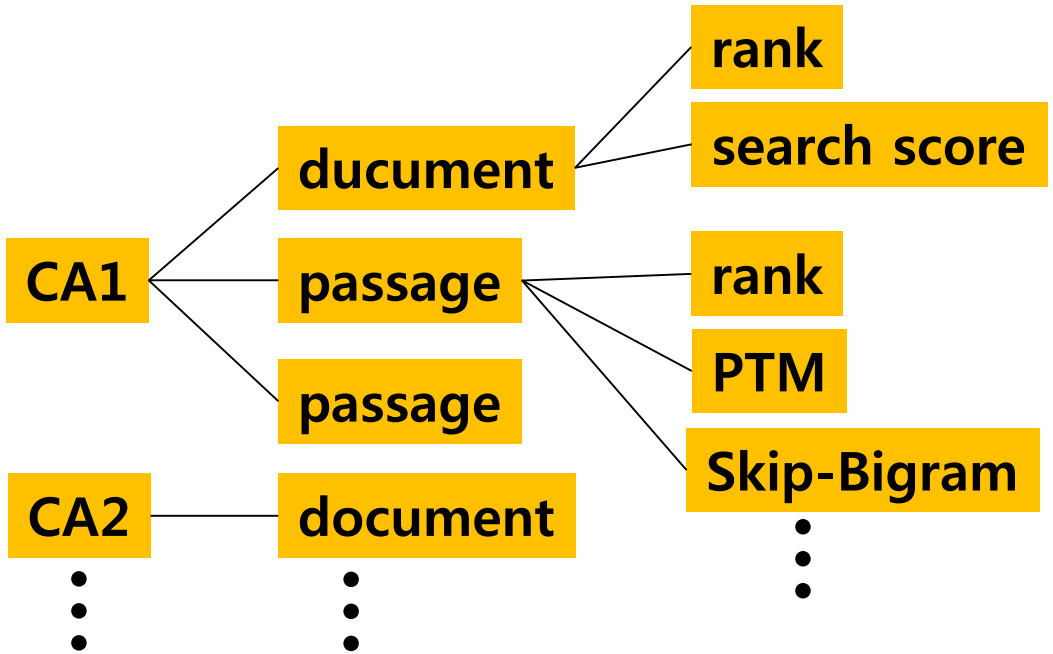
- 각 답안후보에 대해 모든 근거를 종합하여 정답일 가능성 계산



IBM Watson A Brief Overview and Thoughts for Healthcare Education and Performance Improvement, Watson Team, 2009

종합 평가

현재 상태



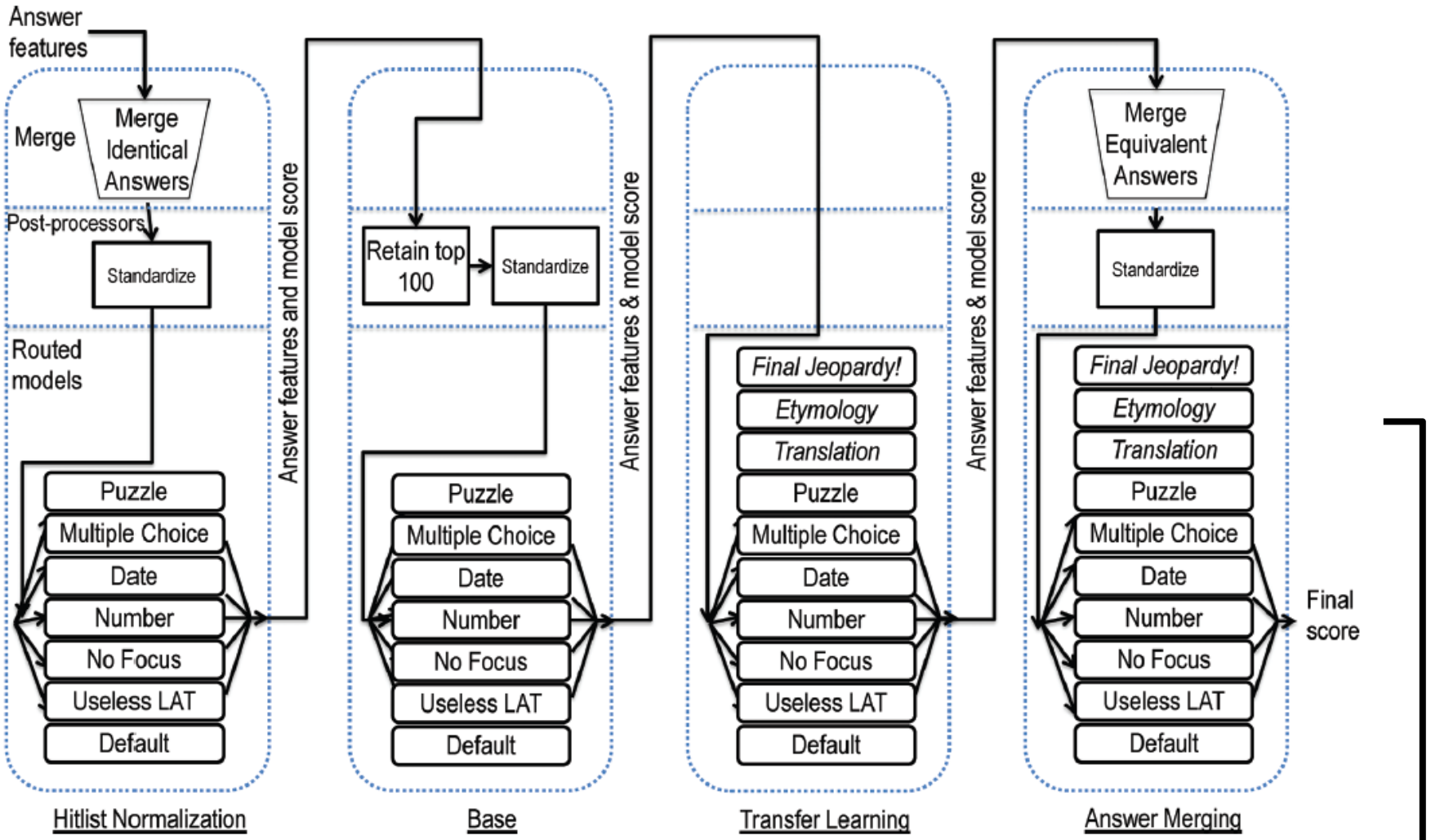
병합후 상태

	Doc Rank	Pass Rank	TyCor	Term			
CA1							
CA2							

종합 평가 개요

- "일단 모아둔다"의 결과를 정리할 단계
- 자동화
  - 기계학습 필수
  - 사람이 분류하는 것은 불가능하며 향후 확장성에도 제약
- 실험데이터
  - 과거 Jeopardy!의 25,000 문제, 5.7M QA pairs(instances), 550 features per instance
- Merging
  - CA's, features
  - 같은 문자열 CA, 같은 의미의 CA 병합
  - CA를 병합하므로 feature 병합도 필요

Merging and ranking 단계



A framework for merging and ranking of answers in DeepQA, D.C. Gondek et al., IBM Journal of Research and Development, Vol. 56, No. ¾, May/July 2012.

종합 평가

- Hitlist Normalization – top 100
- Base – 문제 유형별로 구분
- Transfer Learning – 드문 유형. FJ, 어원, 번역 등. 특별 모델 사용.
- Answer Merging – 동일한 답변의 근거를 결합하여 통일된 형태로 구성
- Elite – top 5
- Evidence diffusion – 관련된 답변에 대해 근거를 전파
  - WORLD TRAVEL: If you want to visit this country, you can fly into Sunan International Airport or … or not visit this country. (Correct answer: “North Korea”)
  - 순안국제공항은 평양에 있음. 대부분의 텍스트소스는 평양을 지칭하고 있음. Type 기반의 답안후보인 “North Korea”를 앞서는 점수.
  - 근거가 source에서 target으로 전파되도록 구성 when
    - Target이 answer type에 매치 (eg. Country)
    - 둘 사이에 semantic relation이 있음 (eg. Located-in)
    - Transitivity of the relation이 주어진 문제에 대해서 의미있음 – 자주 나오는 관계에 대해 미리 뽑아놓은 집합만 사용. Source type이 매치하지 않을 때만 사용하도록 함.
- Multi-Answers – 복수 답변 문제를 위한 단계

Answer Merging Phase

- John F. Kennedy, J.F.K., Kennedy 등 같은 실체를 가리키는 답안후보를 canonical form으로 합병
  - 종종 서로 다른 근거에 의해 지지됨
  - 단어굴절, 인명/도시명 패턴, 테이블참조(위키피디아 disambiguation)
- Canonical form은 높은 랭킹 우선
  - 합병에도 오류가 있을 수 있음
  - 높은 랭킹 답안후보의 형태를 남겨두는 것이 안전
- *more_specific* 관계인 답안도 합병
  - "more specific?"이라고 요구하는 경우 대비
    - MYTHING IN ACTION: One legend says this was given by the Lady of the Lake & thrown back in the lake on King Arthur's death.
    - Sword vs Excalibur

Feature Merging

- 한 CA에 각 feature값이 하나가 되도록 종합
  - 하나의 답안을 여러 근거가 지지하므로 같은 feature가 여러 값을 갖게 됨
  - 각 feature가 하나의 값을 가지도록 계산
  - 근거병합, 답안병합에서 사용
- Feature에 따라 다른 계산법
  - Select best – 대개 잘 맞음
  - Passage-scoring feature
    - Deep semantic 분석의 경우에는 best(max)가 적절: LFACS
    - Skip-Bigram은 sum
    - 용어 매칭인 경우에는 decaying sum
      - $decay(p_0, \ldots, p_K) = \sum_{i=0}^{K} \frac{p_i}{2^i}$, p_i : 답안을 포함하는 구절의 점수를 내림차순 정렬

랭킹

- Logistic regression으로 종합
  - 답안이 정답이냐 아니냐에 대한 신뢰도(확률)
  - 인스턴스는 각 (문제-답안후보) pair
  - Label은 정답(1) or 오답(0)
  - Feature set은 중복이 제거된 feature의 집합
- 각 phase별로 매번 수행
- 질문 유형별로 다른 모델

Standardization

- feature 값을 CA 전체에 대해서 정규화
  - CA 집합에서 feature의 상대적 가치를 반영
  - 대부분의 후보에 대해 비슷한 값을 내는 feature는 가치가 떨어짐
  - 소수의 후보를 지지하는 feature는 중요
- 기존 feature set에 이 표준화된 feature set도 추가하여 평가
  - Base feature와 standardized feature 둘 다 이용함 – 실험적 결과
  - 즉 PTM feature는 PTM과 표준화된 PTM 두 개의 feature가 이용됨
- CA 집합 또는 Feature값에 변화가 생길 때마다 새로 계산

- 각 질문별로 feature에 관해 정규화한 feature값 정의
  - Q : 문제에 대한 모든 답안후보 집합,
  - x_{ij} : 답안후보 i , feature j에 대한 feature 값
  - μ_j : 평균, σ_j : 표준편차
  - x_{ij}^{std} : 표준화된 feature 값
  - $x_{ij}^{std} = \frac{x_{ij} - \mu_j}{\sigma_j}$, $\mu_j = \frac{1}{|Q|}\sum_{k=1}^{|Q|} x_{kj}$, $\sigma_j = \sqrt{\frac{1}{|Q|}\sum_{k=1}^{|Q|}(x_{kj} - \mu_j)^2}$

Imputing missing values

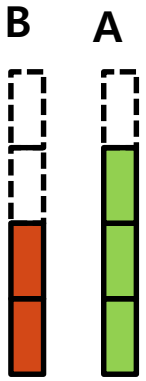
- 특징 벡터에 빈 값이 많음
  - 가능한 모든 것을 검사하기 때문
  - Temporal relation, KB기반의 type coercion 등
- 다양한 imputation policy
  - Response indicator – missing flag을 feature로 사용
  - 실험적으로 Training set의 평균값보다 missing flag이 나은 결과를 보임
- 신규 feature에 Missing value가 있는 phase마다 postprocessing 단계에서 수행

게임 전략

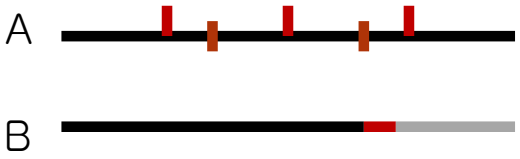
- 게임 시뮬레이션을 통해 게임 전략을 최적화
  - 수백만번의 가상 시합
  - J! 아카이브 활용
    - 1990년대 중반 이후 3000여 에피소드 기록
  - 사람과 유사한 시뮬레이션 모델 개발
    - Average, Champion, Grand Champion
- 문제 선택 전략
  - 보드선택(범주, 점수)
- DD, FJ 베팅 전략
  - 2 게임 점수 합산 모델 고려
- Buzz-in 판단

게임전략의 예 - FJ 베팅

- 2/3 bet : B의 입장 (B ≥ $\frac{2}{3}$A 일 때)
  - A=30, (정상)bet 11 [2B-A+1], (틀리면) A'=19
    B=20, A가 맞추면 무조건 짐, bet 0 [0 ~ 3B-2A]
  - A=30, bet 21, A'=9
    B=25, , bet [0 ~ 15](= [0 ~ 3B-2A]); (as B – x > 2A – 2B)
- 2/3 bet이 성공하면 B는 A가 틀리기만 하면 무조건 승리



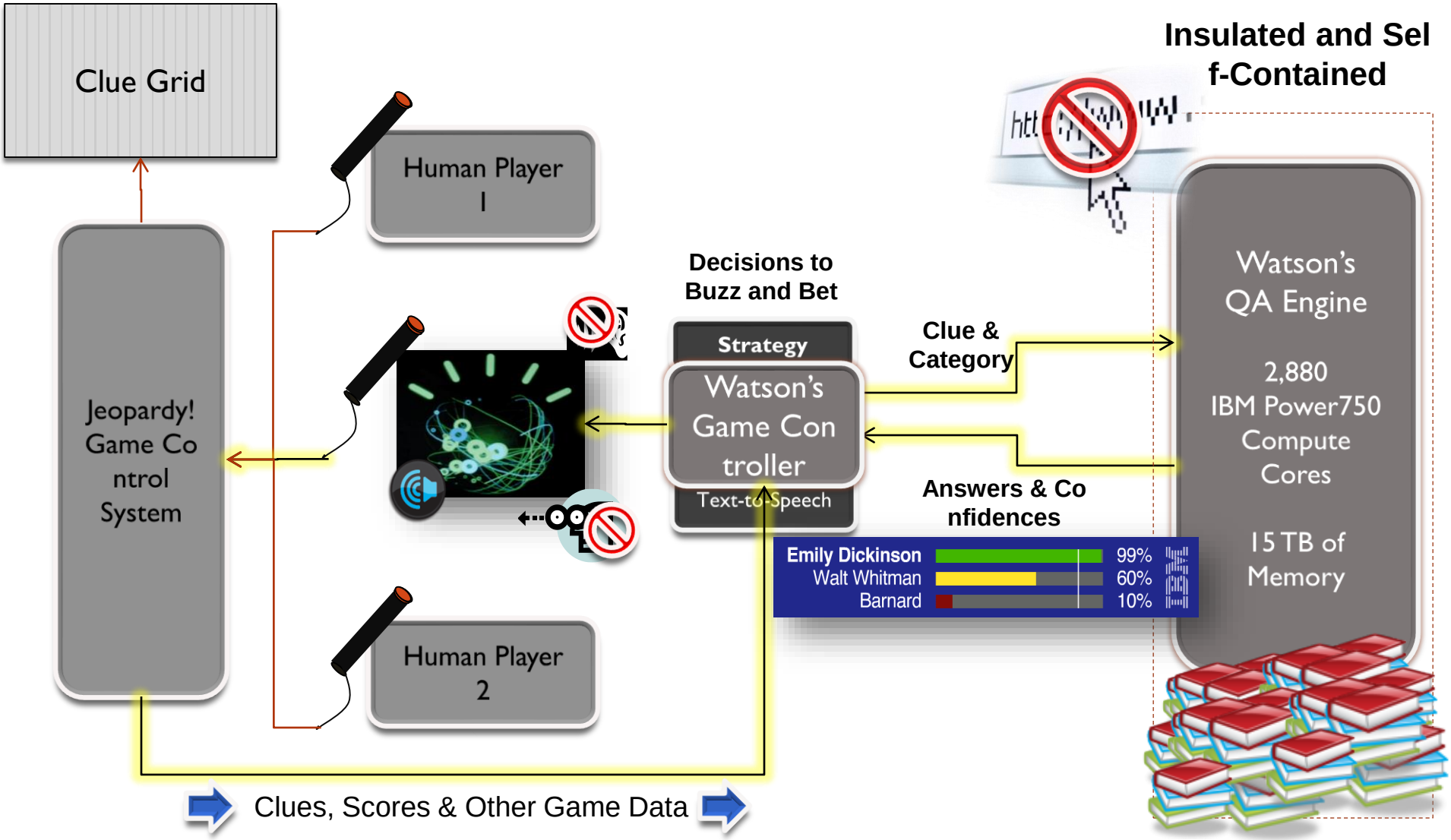
- Anti-2/3 bet : A의 입장
  - $\frac{2}{3}$A ≤ B < $\frac{3}{4}$A 일 때의 trick
  - 2/3 bet에서 B의 성공시 최대값은 4B-2A
  - B가 $\frac{3}{4}$A보다 작으면 4B-2A < A
  - A는 변칙 베팅이 가능 [0 ~ 3A – 4B] (derived from 4B – 2A < A – bet(A))
  - (실패의 경우) B가 변칙적으로 큰 베팅을 할 수 있음 (C의 점수도 관련)



Buzz-in 판단

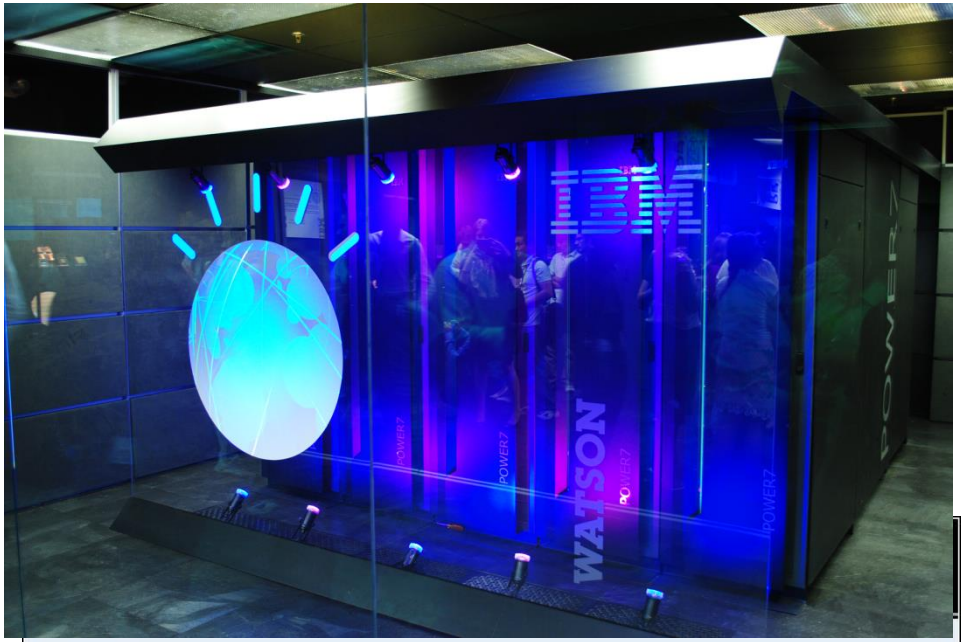
- 앞 단계까지의 분석에 의해 하나의 답안, 가능성이 결정된 상태에서 buzz-in 할 것인가의 판단
  - Buzz-in when Confidence > threshold (adjustable)
- Threshold 결정
  - 일반적으로 50%면 적절함
  - 경기 후반으로 갈 수록 영향이 커짐
  - 이론적 최적값
    - 남은 문제에 대해 각 선수가 정답, 오답, 패스인 모든 경우의 수를 고려하여 계산할 수 있으나 계산량이 너무 많음
    - 문제가 5개 이하로 남았을 때만 적용
  - 그 외에는 이번 문제에 대한 경우의 수만 계산하고 다음 번 문제 이하의 값은 몬테카를로 시뮬레이션 (수읽기)로 계산
- Computing resource
  - frontend 서버 한 대만 사용 가능 – 빠른 계산 필요

게임 환경


Clue Grid
Human Player 1
Human Player 2
Jeopardy! Game Control System
Decisions to Buzz and Bet
Strategy
Watson's Game Controller
Text-to-Speech
Clue & Category
Answers & Confidences
Emily Dickinson 99%
Walt Whitman 60%
Barnard 10%
Insulated and Self-Contained
Watson's QA Engine
2,880 IBM Power750 Compute Cores
15 TB of Memory
Clues, Scores & Other Game Data
Analyzes content equivalent to 1 Million Books

Watson Hardware

- 10 refrigerator sized system
- 92 POWER750 systems
  - 4 Power7 processors: 8 core, 4 SMT threads
- 15 Terabytes of memory used for Jeopardy game
- Each Power7 is linked via cable to every other Power7 system. Fiber cables are used to link to hardware, stable storage



Power 750

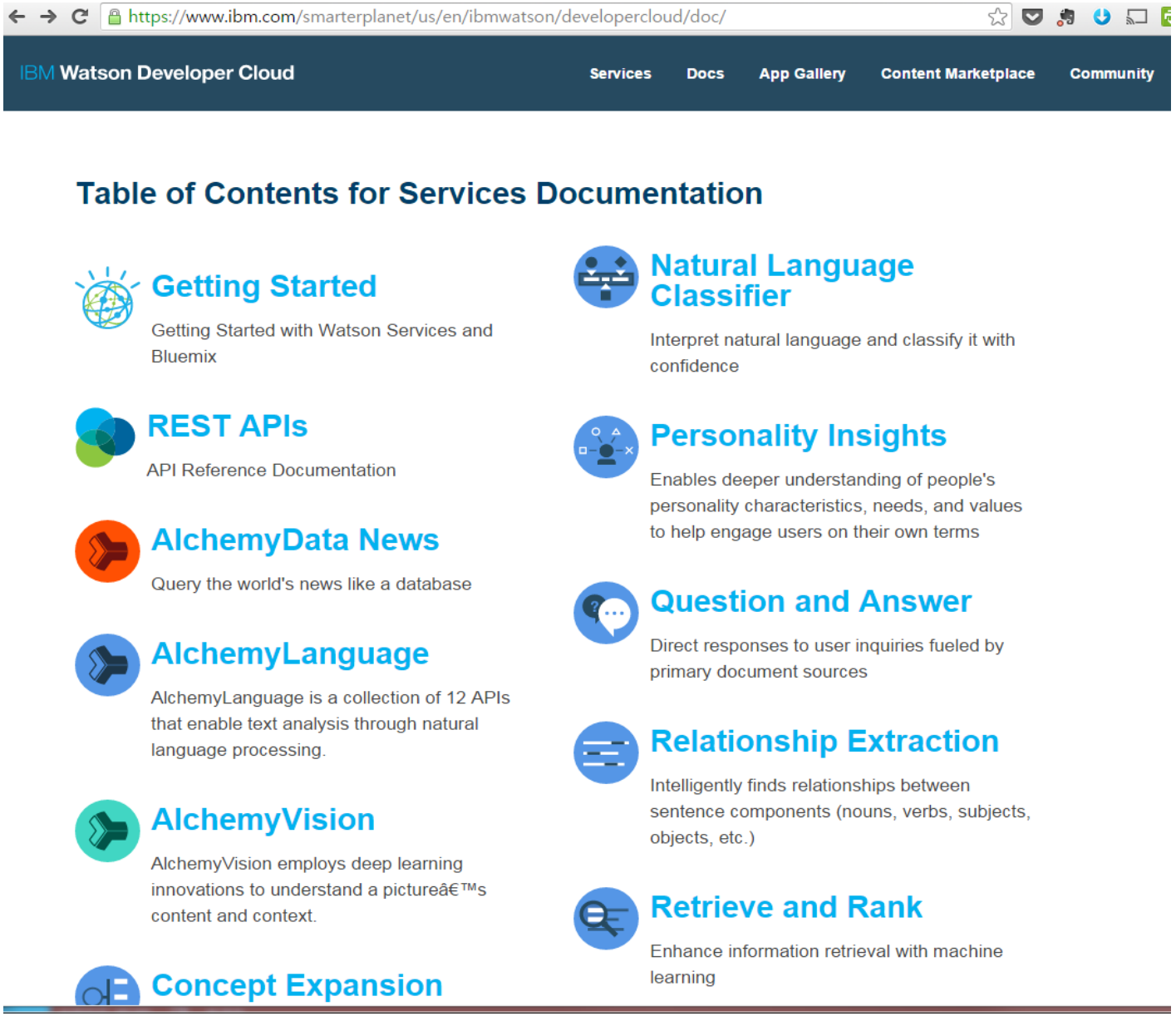
Watson is powered by 10 racks of IBM Power 750 servers, all running the Linux operating system. The Power 750 is commercially available and is being used by customers around the world today.

(above) http://en.wikipedia.org/wiki/Watson_(computer)

(below) "Watson", by Pradeep Gopinathan, Vera Kutsenko and Joseph Staehle

현재의 Watson


의료진단
(Sloan, WellPoint 등)
요리
(Chef Watson)
금융
(Citi Bank, DBS Bank)
상담
(호주 ANZ Bank)
로봇
(Pepper)
구직지원
데이터분석
(DJ Watson)
쇼핑
(Fluid XPS)
여행
(Kayak)
공개API 기반
지능형 분석 및 인터랙션
클라우드 서비스



http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/ibmwatson/watson-cloud.html

Supplements

TyCor

- YAGO
  - Wikipedia titles
- Gender
  - 성별 구분
- Closed LAT
  - 범위가 명확한 집합
  - 국가, 미국 주, 미국 대통령 등
- Lexical
  - 동사, 구, 이름 등
- NED
  - Named entity detection
  - Top 100 structured types
- WordNet
  - Hyponym(하의어), instance 매칭
  - ISA 관계 추출
- Wiki-Category
  - Category names as types
- Wiki-List
  - “List of …” types
- Wiki-Intro
  - First sentence
- Identity
  - Candidate answer text
- Passage
  - “Christian Bale is the first actor to really do Batman justice”
- PRISMATIC
  - PRISMATIC 저장소 텍스트에서 Candiate answer가 LAT instance로 제시된 빈도

Typing candidate answers using type coercion, J. W. Murdock et al., IBM Journal of Research and Development, Vol. 56, No. ¾, May/July 2012.

Unstructured resources

- Document search
  - Indri 오픈소스 검색 엔진 이용
  - 검색순위, 매칭점수가 feature
- Passage search
  - TIC Passage search
    - Dictionary 형식 문서 대상 : wikipedia
    - Indri 엔진 : document search 기능을 passage에 그대로 적용
    - Lucene 엔진 : 용어의 빈도 중심 검색
  - Passage search
    - Indri : 각 passage를 mini-document로 취급하여 검색
    - Lucene : 문서 검색 -> passage 추출 -> ranking (키워드/구 매칭 + 앞의 것, 긴 것, 명칭이 많은 것 우대)