

برنامه سازی منطق

استاد: آقای دکتر شیری

تدریس‌یار: خانم عباسی



برنامه سازی منطقی

جلسه اول 29.7.93 ①

در این درس مقصود داریم اساس برنامه سازی منطقی را ببینیم. برنامه سازی منطقی یعنی برنامه ای که پایه آن منطقی است و در جا خوب منطقی است.

ارائه و پرورش زیر نظر خانم عباسی. ① ارائه ② پرورش ③ میان ترم ④ پایان ترم  
دوس دو قسمت دارد. یک قسمت منطقی کار است که به تعریف آن می پردازیم و یک قسمت برنامه نویسی است. برنامه سازی منطقی زبان است که برای هوش مصنوعی کاربرد دارد.  
هدف بررسی پایه های این زبان است. من خواهم زبانی را طراحی کنیم و برای کاربردهای هوش مصنوعی از این استفاده کنیم از جمله زبان های منطقی Prolog و Lisp است.

بخش اول کار منطقی است. در میان ترم از این قسمت است و بخش دوم یک زبان است که بر اساس آن کار می کنیم با عنوان Prolog.

دو کتاب معرفی شده برای هر دو و در حتم به عنوان تکلیف معرفی شد  
Foundation of logic programming کتاب

دو فصل از این کتاب می خوانیم (حجم است) و بعد شروع برنامه سازی می رویم  
کتاب پروان برائو که یکی از طراحان زبان پروگول است  
کتاب programming in prolog

اطلاعه 7: علت مطالعه این درس را بیان کرده است.

اطلاعه 8: در سال 1950 هوش مصنوعی مطرح شد. 1970 برنامه سازی منطقی  
محققان هوش مصنوعی دریافتند در این زمینه های یک زبانی که بتوان به کمک آن

مسئله حل کردن مصنوعی را حل کرد خلی است به همین علت دسال ایجا در زبانی بودند

را بتوانند حل کنند. ابتدا Lisp و سپس پرولوگ

با این زبان بر اساس منطق است. چون قصد دارد استدلال کند و استدلال

هم با منطق سروکار دارد. پس از لحاظ منطقی قسمت های اولیه کار تعریف شد.

برنامه ای که از ترکیب برنامه سازی و منطق می کند ← برنامه سازی منطق

programming logic → prolog

از زبانهای رسمی است چون بر اساس فرمول است و دقیق است.

رسانه های رایانه است.

یکی از کاربردهای زبانهای فرمال از جمله سیستم تصمیم گیری برای اثبات درسی

و درست کار کردن یک نرم افزار است. در این زبانها فرمال است

پس از کاربردهای دیگر: یا نگاه داده استنتاجی است. و خاص است و در آن

دانش مطرح است و قدرت استنتاج دارد

مفصل اول: اسلاید ۹

②

منطق چیست؟

منطق یک زبان است. زبان برای بیان حقایق است و این زبان رسمی Formal است.

زبان رسمی برای بیان حقایق جهان عینی رسم قیاسی دارد.

① زبان: هر زبانی الفاظ دارد اما همه سلیبل دهنده که زبان از آن ساخته شدند

کلمه دارد. جمله دارد. جملات از کلمات ساخته می شوند که نحو یا سینتکس دارد و مفهوم هم دارد (semantic)

② قواعد ادراکی:

③ قواعد استنتاج: که از آن برای نتیجه گیری استفاده می شود.

هر چیزی که قابل سردرغرف باشد به آن منطق گفته می شود. ریاضیات همان منطق است. مثلا اعداد صحیح، مجموعه ها

به عنوان مثال مجموعه های منطقی: (جولینس) جمله ایجاد کردن هم گفته می شود

\* زبان این چیست؟ برای جواب باید بگویم الفاظ چیست؟ بعد بگویم معنا همان چیست

$A, B, C, D, E$  و سایر کلمات آن چیست؟ و همین طور جملات آن چیست

جملات درستی و غلطی دارند. جملات یا درست هستند یا غلط

\* کجوهن جولینس ساخت جملات یعنی شکل درین دو عملوند می آید

به عنوان مثال در ریاضی بگویم یک فرمول (جمله) چگونه نوشته می شود.

(syntax) ساختار جمله درست  $1 + 2 = 4 \rightarrow$

semantic نام درست است (مفهوم)

\* جولینس اطمینان جملات با حقایق عینی ← مفهوم یا Semantic

\* قواعد ادراکی را بدون اثبات می پذیریم. (اصلی) ما با این اثبات می کنیم و برای

همیشه می پذیریم. به عنوان مثال در مجموعه ها  $A \cup B = B \cup A$  و یا ...

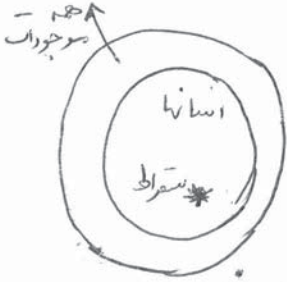
مثلاً در هندسه بیشتر اصول نیز بر پایه تجربه هستند و از آنها استقفا ده می‌کنیم  
 به عنوان مثال از یک نقطه نمی‌توان بیش از یک خط به موازات تقصیر رسم کرد  
 نباید شود آن را اثبات کرد اما آن را می‌پذیریم و برای اثبات مسائل دیگر نظریه‌های  
 پایه‌ای: یعنی اصولی که آنها را می‌پذیریم و بر پایه‌های هستند  
 یک سری قضایا یا داریم یا بعنوان قواعد استخراج:

(ج) اصولی هستند که بر اساس آنها استخراج می‌کنیم:

if  $ACB$  و  $B \in C \Rightarrow A \in C$  ~~بندری خواهد بود~~

منطق یک سری قواعد بدیهی دارد و یک سری قواعد استخراجی که به کل آن منطق می‌گویم  
 منطق اولین بار توسط ارسطو مطرح شد. (پاک کردن عقل از میلاد) چه بنگار! !!  
 منطقی که توسط ارسطو مطرح شد با منطق ارسطویی نام دارد.

منطقی که امروزه می‌شناسیم و با آن سروکار داریم توهم یا فتنه منطق ارسطویی است  
 منطق ارسطو فقط یک اصل داشت، ما منطق‌هایی مطرح می‌کنیم که بیش از  
 یک اصل دارند.



این منطق از دو فرضیه و یک حکم تشکیل می‌شود.  
 فرض اول: همه انسانها فانی هستند  
 فرض دوم: سقراط انسان است  
 حکم: سقراط فانی است.

در اصطلاح منطقیون به فرض اول کدی یا اکتیو گفته می‌شود  
 و دومی منفی است (همان کدی منفی کردن یا استنتاج است)  
 بدین طریق می‌توان مانع استنتاج یا منطق ارسطو را اثبات کرد.  
 بعد منطق‌هایی دیگر مطرح شد: منطق برسته اول - منطق برسته دوم و ...

منطق مازنی

3

در این قسمت ما دو یا ۳ منطق را بیشتر مورد بررسی قرار می دهیم.

منطق مرتبه ۰ یا منطق گزاره ها: ①

منطق مرتبه اول: ②

و بنا بر در اینجا اجزای این ها را هم دیدیم.

منطق یک ارزشی - دوازدهی - زمانی و ... ما لازم است ① و ② را بدانیم

منطق گزاره ای مانند منطق بولی دوازدهی است اما محال نیستند.

منطق چند ارزشی هم داریم. که می توان با دوازدهی بیان کرد که می توان پس

با ۱۰ یا چند ارزش بیان نمود و با منطق فازی می توان این ها را دوازدهی بیان کرد.

این چندتا در صورتی دارند مانند زبان یا قدر بندی. نسبتاً کمی - خیلی و ...

منطق مرتبه ① هم دوازدهی است یا True یا False یا ۰ یا ۱.

① منطق مرتبه ۰ یا گزاره ها:

هر منطق از سه نسبت تشکیل شده:

① زبان منطق  $\Leftarrow$  الفبا یا نماد تشکیل دهنده مانند گزاره ها یا حروف  $q, p$

② علامت درست نگار True یا False آنها را نشان می دهد (۰ و ۱)

\* مقدار درستی: مقدار درستی یا علامت درستی تعلق می کند.

③ ربط دهنده ها: and, or, not  $\rightarrow$  و اگر و تنها اگر  $\leftarrow$   
سیم و دم  $\leftrightarrow$

و در اینجا علامت است و فقط ندانوی. ( / ) / ( ) و ...

در منطق مرتبه ۰ از این ها استفاده می کنیم.

\* هر زبان بنابر از الفبا کلمه و جمله هم داریم. البته در این منطق کلمه نداریم  
چونکه کلمه کلمه نیست گزاره است از جمله کوچکتر نداریم

جمله هم دو نوع است یا ساده است یا مرکب.  
 گزاره ها جمله ساده هستند. علامت درستی و نادرستی در یک گزاره از ترکیب جملات  
 ساده به دست می آید. و با استفاده از رول دهنده ها به دست می آید و البته با هر  
 ترکیبی نه و طبق قواعد خوب به دست می آید.

\* خوب است گفتن این زبان: Syntax

خوب گفتن ساخت جملات (گزاره ها جمله ساده اند)

اگر  $S_1$  و  $S_2$  دو گزاره باشند (جمله ساده یا مرکب)

$S_1 \wedge S_2$  و  $S_1 \vee S_2$  و  $S_1 \rightarrow S_2$  و  $S_1 \leftrightarrow S_2$

این ها همگی جمله هستند  $S_1 \rightarrow S_2$  و  $S_1 \leftrightarrow S_2$

\* مفهوم یا سمانتیک ← Semantic

\* مفهوم جلوه های انطباقی جملات یا جهان معنی

تابع تفسیر: مابقی که به هر گزاره مقدار درستی می دهد. (گزاره ها را می برد به

True یا False)

تفسیر جملات ساده یا انطباقی آنها با جهان معنی

گزاره های مرکب: تفسیر این ها با جدول حقیقت امکان پذیر است

P	q	$\neg P$	$\neg q$	$P \vee q$
T	T	F	F	T
T	F	F	T	T
F	T	T	F	T
F	F	T	T	F

یک جمله از نظر مفهوم درست  
 اگر تفسیر درستی برای آن پیدا شود.  
 خاتم صدارتی پیدا است: درست است  
 نازنین پیدا است  
 (اصطلاحات تئوری مدل است)

یک جمله از نظر مفهوم یا Semantic درست است اگر تفسیر درستی داشته باشد



جلسه دوم: 93.8.6

4) برای بسازی منطق

1) قواعد برای منطق گزاره ها:

1)  $\neg\neg p = p$

2)  $p \rightarrow q = \neg p \vee q$

3)  $p \vee q = q \vee p$  ← قواعد ارتباطی → 4)  $p \wedge q = q \wedge p$

5)  $p \vee (q \wedge r) = (p \vee q) \wedge r = p \vee q \wedge r$   
 6)  $p \wedge (q \vee r) = (p \wedge q) \vee r = p \wedge q \vee r$  } قواعد ترتیب

7)  $(p \vee q) \wedge r = (p \wedge r) \vee (q \wedge r)$   
 8)  $(p \wedge q) \vee r = (p \vee r) \wedge (q \vee r)$  } قواعد گسترش

9)  $\neg(p \vee q) = \neg p \wedge \neg q$  10)  $\neg(p \wedge q) = \neg p \vee \neg q$   
 11) قواعد درستی

11)  $p \rightarrow q = \neg q \rightarrow \neg p$

براین 11) تا قانون قواعد برای لقمه من شود.

2) قواعد استنتاج: 12) تا 17) تا کرده برای استنتاج داریم:

1)  $\frac{p \quad p \rightarrow q}{q} \text{ T}$

12)  $\frac{p \quad p \rightarrow q}{\therefore p} \text{ Mp}$   
 modus ponens

2)  $\frac{p_1 \quad p_2 \quad \dots \quad p_n}{p_1 \wedge p_2 \wedge \dots \wedge p_n} \text{ T}$

3)  $\frac{p_1 \wedge p_2 \wedge \dots \wedge p_n}{p_i} \text{ T}$   
 هر یک از  $p_i$  ها درست استند

$$(4) \frac{P_i T}{T P_1 V P_2 V \dots V P_n}$$

$$(5) \frac{\neg \neg P T}{P T}$$

$$(6) \frac{P V q, \neg T q}{T P}$$

$$(7) \frac{P \rightarrow q, q \rightarrow r}{T P \rightarrow r}$$

قانون قیاس یا تعدیه

توسیه (1) و (7) بسیار مهم هستند و در اثبات بسیار کاربرد دارند.

شکل دوم توسیه:  $\frac{P \rightarrow q, q \rightarrow r}{\therefore P \rightarrow r}$

\* استدلال یا استنتاج در منطق مدرسه اول: (منطق گزاره‌ها)

- اگر هوا بارانی باشد، هوا آفتابین نیست. (گزاره اول)

- هوا بارانی است.

حکم: هوا بارانی است.

اثبات:  $P =$  هوا بارانی  
 $q =$  هوا آفتابین

$$(1) P \rightarrow \neg q$$

بر اساس

$$(2) P$$

قانون اول

$$\therefore \neg q$$

(2) هم‌انسانها فانی هستند. - سقراط انسان است

حکم: سقراط فانی است

اثبات این حکم نیست چون سور نداریم (برسختی وجودها)

این قضیه در منطق گزاره‌ها قابل اثبات نیست. چون سور نداریم

اشکالات منطق گزاره‌ها: (1) اشکال محده دارد

(1) سور محسوس و سور وجودی ندارد. لذا جملات کل قابل بیان نیست

(2) وجه تشابه بین گزاره‌ها در این منطق قابل بیان نیست

5

نطق عمومی، به ازای سور وجودی: دست کم یکی هست

نطق منفر: به ازای هیچ سقراطی

$P \rightarrow$  سقراط انسان است  $\rightarrow$  برای حالت (2)

$Q \rightarrow$  افلاطون انسان است  $\rightarrow$

الآن بین سقراط و افلاطون یک وجه اشتراک هست (وجه تشابه) انسان بودن

ولی در  $P$  و  $Q$  قابل بیان نیست

راه دیگری برای بیان جملات بالا:

{ human socrat

{ human aflaton



منطق مرتبه اول یا

منطوق معمولیها

در این صفت  $human$  بران روی سقراط و افلاطون حمل می شود

(یعنی برای شیء ای حمل می شود)

چرا منطوق مرتبه اول؛ چون به صورت تابع درجه اول بیان می شود (در برابر منطوق دارد)

منطوق مرتبه اول: (FOL) First order logic

منطوق معمولیها: حمل شدن صفات بر شیء ای

مانند هر منطوق دیگری از سه صفت ~~منطوق~~ تشکیل شده است:

(3) دارای استنتاج

(2) دارای بربری

(1) زبان

(1) زبان منطوق مرتبه اول:

زبان از چند صفت تشکیل شده است: (همان الفبا یا نمادها را تشکیل دهنده)

(در منطوق لغات نزاره ها کو صفت بر عنصر بودند)

اما اینجا از نزاره ها کو صفت هم داریم. اشیا: لغات اشیا هم داریم

به جای نزاره ها  $\rightarrow$  تا چیز داریم. اشیا یا object ها مانند سقراط، سبب

کتاب ...

خواص هم داریم مانند انسان بودن، سبب قرض کتاب زینا و ... (properties)

سومین چیزی که داریم همین رابطه یا relation داریم.

کتاب عنوان predicate (نمادهای رابطهای) مثلا رابطه برادری، خواهری و ...

پس  $\Leftarrow$  (a) العبا : (a) العبا

(b) خواص

(c) رابطه ها

(d) توابع یا Function

به طری سزاره های که منطق داریم  
در منطق اینها داریم.

توابع متناهی روابط و توابع همبند به عنوان مثال  $\rightarrow$  و  $\leftrightarrow$  و  $\forall$  و  $\exists$  و ...  
مردی تابع و relation:

(1) relation: object  $\times$  object است. رابطه برادری بین دو نفر یا دوستی یا علاقه

(2) Function از فضای object است به object.

(1) relation: object  $\times$  object  $\rightarrow$  (T, F) مثال

(2) Function: object  $\rightarrow$  object

\* علاوه بر موارد فوق، رابط دهنده ها را هم داریم:

سوره هم داریم:  $\forall$  و  $\exists$  و  $\rightarrow$  و  $\leftrightarrow$  و  $\neg$  و  $\wedge$  و  $\vee$

علامت فعله گذاری و انباشت هم داریم. ( / ) / c / e / r / ...

بنداز علامت شکل دهنده یا العباس ریم به کلمه یا Term:

در منطق مدرن کلمه نداشتیم. چنانچه داشتیم چون کویلیت بن اتم ما نکراره بود.

اما اینجا داریم. زیرا از نکراره کویلیت هم داریم. ولی در منطق مدرن کلمه نداشتیم.

کلمه یا Term: در منطق مدرن (1) کلمه داریم.

object ها و function ها یعنی کلمه هستند. یا همان Term

کلمه یا Term در منطق مرتبه اول:  $Function : object \rightarrow object$  (تابع) /  $object$  (اشیا) ،  $Function$  (تابع) /  $object$  (اشیا) ،  $Function : object \rightarrow object$

جملات در منطق مرتبه اول:

① جمله ساده: Relation ها و property ها جملات ساده هستند.

مثلا  $x < y$  یعنی  $x$  برادر  $y$ ،  $x$  با  $y$  مرتبط است یا  $x$  با  $y$  مرتبط است.

جملات ساده یا خواص هستند (مثلا  $x$  برادر  $y$  است یا  $x$  با  $y$  مرتبط است)

یا روابط. همان خواصی - برادر، ...

② جملات مرکب:

از ترکیب جمله‌ها با ربط دهنده‌ها طبق قواعد syntax یا نحو جمله مرکب درست می‌آید.

③ جملات نسبی:

جملات نسبی وجودی و سررودودی  $\forall x S(x)$  و  $\exists x S(x)$

نحو syntax :

گفته‌های نوشتن جملات: اگر  $S_1$  و  $S_2$  توصیف باشند.  $\neg S_1$  و  $\neg S_2$

$S_1 \vee S_2$  و  $S_1 \wedge S_2$  ،  $S_1 \rightarrow S_2$  و  $S_2 \leftarrow S_1$  همین جمله‌اند.

برابر یا درنده به معنای جمله هستند.

①  $\forall x \text{ dog}(x) \rightarrow \text{like bone}(x) \leftarrow \forall x S(x)$  نحو

②  $\exists x S(x) \rightarrow \exists x \text{ student}(x) \wedge \text{not attend}(\dots)$

معنی یا semantic :

گفته‌های انطباق جملات با حقایق جهان. وجود دارد  $x$  ای که  $\text{student}$  هست

و خوابیده است. (یعنی جملاتی که بیان می‌کنیم در جهان عینی ما رخ می‌دهد یا نه)

برای بیان semantic ابتدا باید تابع تفسیر را گفت.

تابع تفسیر:  $I: \text{نزاره‌ها} \rightarrow \{T, F\}$

I گزاره‌ها را به True و False می‌برد. تفسیر گزاره‌ها با اطمینان آنها بر جهان معنی انجام می‌گیرد.

تفسیر گزاره‌های مرکب با جدول درستی انجام می‌گیرد.

تفسیر جملات با اطمینان بر جهان معنی رخ می‌دهد.

یک جمله از تعریف مفهوم یا Semantic درست است اگر تفسیر درستی

انجام شود و یا یک تفسیر درست وجود داشته باشد.

② قواعد برهه‌ی منطق مرتبه اول:

قواعد منطق  $\exists$  را دارد (منطق گزاره‌ها) که ① قانون دالمت و چند قانون در اینجه دیده چون در منطق مرتبه  $\exists$  سفید استیم.

$$\textcircled{1} \forall x \forall y (S) = \forall y \forall x (S) \quad \textcircled{2} \exists x \exists y (S) = \exists y \exists x (S)$$

$$\textcircled{3} \forall x \exists y (S) \neq \exists y \forall x (S) \quad \text{در اینجه ممکنه جایه با پس نیست}$$

$$\forall x \exists y \text{ love}(y, x) \neq \exists y \forall x \text{ love}(y, x)$$

یک نفر وجود داره که همه را دوست داره. برای هر فردی یک نفر وجود داره که او را دوست داره.

$$\textcircled{4} \forall x (S) \equiv \neg \exists x \neg S \quad \textcircled{5} \exists x (S) \equiv \neg \forall x \neg S$$

امکان تبدیل برای همه‌ها و عمومی وجود داره.

$$\forall x \text{ like}(x, \text{ice cream}) \equiv \neg \exists x \neg \text{ like}(x, \text{ice cream})$$

وجود نکره کسی که بستنی دوست نداشته باشد  $\equiv$  همه بستنی دوست دارند

جمله آینه قواعد استنتاج خواهد بود  $\forall$  تا جایی +  $\exists$  تا جایی

7

93.8.20

جلسه سوم:

قواعد استنتاج در منطق مرتبه اول:

7 قانون از قبل داشتیم + 3 تا قانون جدید:

8  $\forall x S$   
 $sub \{ \{ \alpha / g \} \}$  است  $\{ \alpha / g \}$  باشد بزرگم جمله درست است  
 اگر یک جمله سور وجودی درست باشد و جایگذاری کنیم  
 به جای  $x$  یک ثابت (ثابت دلخواه)  $g$  باشد بزرگم جمله درست است  
 \* این یعنی جایگذاری کردن  $sub$

$\forall x$  likes (x, ice cream)  $\Rightarrow$  به جای  $x$  صفت دیگری بگذاریم  
 likes (ilnaz, ice cream)  
 یعنی به جای  $x$  هر صفتی بگذاریم جمله درست خواهد بود.

9  $\exists x S$   
 $sub \{ \{ \alpha / k \} \}$  است  $\{ \alpha / k \}$  بگذاریم بزرگم جمله درست است  
 اگر یک جمله سور وجودی داشتیم و به جای  
 $x$  یک ثابت خاص ( $k$ ) بگذاریم بزرگم جمله درست است

$\exists x$  love (x, leyla)

به جای این  $x$  می توان هر صفتی را گذاشت بلکه یک خاص وجود دارد و این خاص همچون است  
 فقط لایحه صحت جمله درست است.

love (majnon, leyla)

love ← یک relation است

10  $S$   
 $sub \{ \{ \alpha / g \} \exists x S \}$   
 اگر یک جمله داشتیم یا هم که درست باشد ( $S$ )  
 و بیاسیم جایگذاری کنیم برعکس قانون دوم  
 به جای  $x$  یک ثابت  $g$  قرار بدهیم تبدیل می شود به یک جمله سور وجودی درست

likes (ilnaz, ice cream)  
 همچون مثال شش نفر پیشتر هر فرد  
 به جای  $x$  قرار ده  $g$  بگذاریم (تبدیل به جمله سور وجودی)

$\exists x$  likes (x, ice cream)

اثبات قضا یا در منطق مرتبه اول:

- ① bob is a buffalo. Knowledge base
- ② wilber is a pig. پایگاه دانش
- ③ buffalos are faster than pigs.

پس می خواهیم ببینیم آیا از ویلبر سریع تر است. حکم  
 bob is faster than wilber.

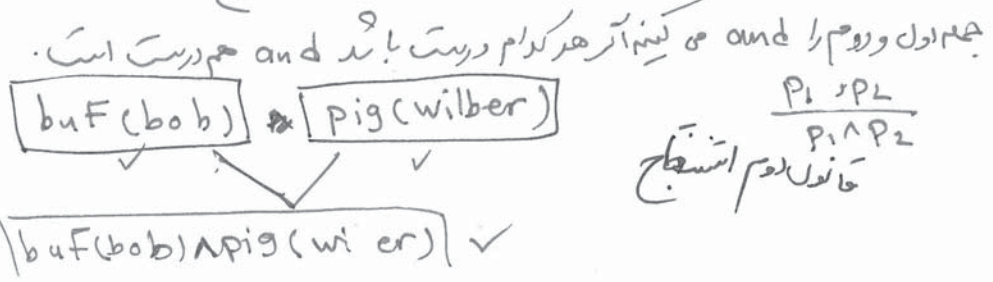
می خواهیم از پایگاه دانش به حکم برسیم با استفاده از قوانین استنتاج. تا به حکم برسیم

حکم  $\vdash$  KB : استنتاج  
 قوانین استنتاج

اولی کاری که باید بکنیم این است که قوانین را به زبان منطق مرتبه اول تبدیل کرد.  
 این صفت است که برشی از جمله حل می شود.  
 اگر آن بوفالویی از هر خوکویی سریع تر: قانون

- KB
- 1 buffalo (bob)
- 2 pig (wilber)
- 3  $\forall x \forall y$  buffalo (x)  $\wedge$  pig (y)  $\rightarrow$  faster than (x, y)

می خواهیم این اثبات کنیم  
 حکم faster than (bob, wilber)  
 که به همین فرآیندی می توانیم استدلال حکم  $\vdash$  KB  
 قوانین استنتاج





\* جمله سوم: برای هر  $x$  و  $y$  یونانی باشد و  $y$  فستق باشد آن وقت  $x$  از  $y$  سریع تر

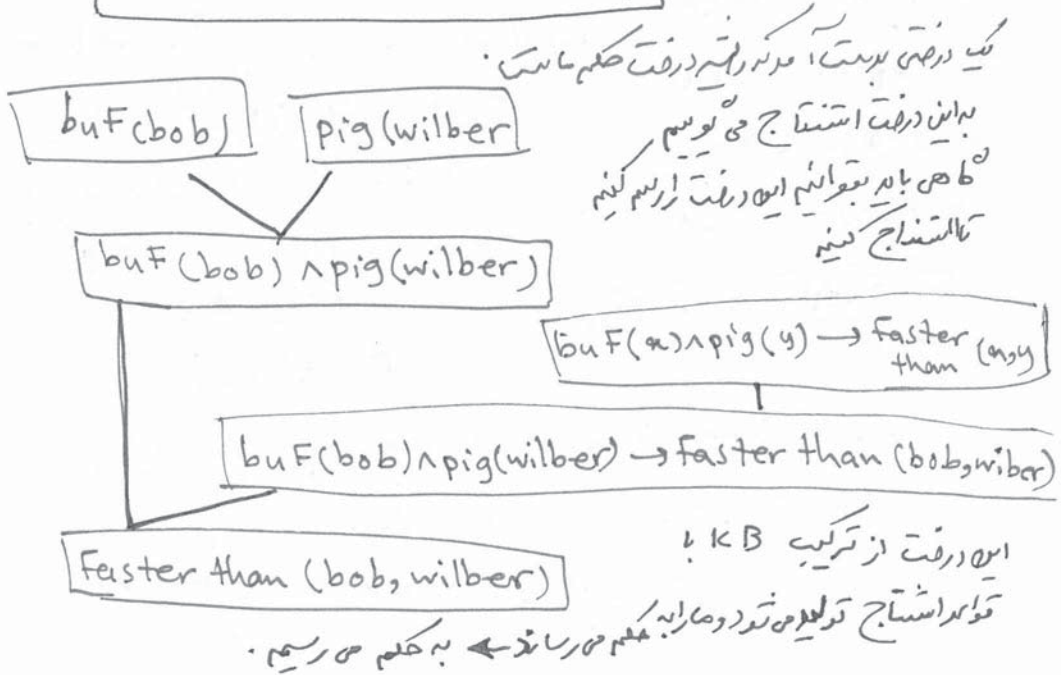
$$\text{buF}(x) \wedge \text{pig}(y) \rightarrow \text{Faster than}(x, y)$$

باید با استفاده از قوانین خاص جملات را به شکل بالا تبدیل کرد (قانون 8)  
 اگر جایگزین هم کنیم باز هم درست است. یعنی اگر  $x$  بگذاریم bob و به جای  
 $y$  بگذاریم wilber باز هم درست است.  $\{x/bob, y/wilber\}$

$$\text{buF}(bob) \wedge \text{pig}^P(wilber) \rightarrow \text{Faster than}^Q(bob, wilber)$$

باز به تنبیه نرسیدیم و باید قانون  $M_P$  بنویسیم این قانون می نویسد  
 $P$  درست باشد و  $P \rightarrow Q$  درست باشد آنوقت  $Q$  درست است  
 $M_P: \frac{P \wedge (P \rightarrow Q)}{Q}$  با توجه این قانون درستی جملات به حکم رسیدیم

$$\text{Faster than}(bob, wilber)$$



چون در حالت قبلی ما نزنه که به کار بریم  $M_p$  بود این استنتاج را  $M_p$  می نویسیم  
یعنی استنتاج بر اساس  $M_p$  (موردس پوشش)

قانون نتیجه نهایی  $M_p$ : پس این شیوه استنتاج را استنتاج بر اساس  $M_p$  می گویند  
\* گاهی ممکن است به این روش به جواب نرسیم. روش دیگری هم داریم به نام  
resolution rule. که از این روش و روش های دیگر استنتاج استفاده می کنیم  
یا روشی برعکس خلف. که از قانون حقیقت استلال استفاده می کند.

$$\frac{p \rightarrow q \quad q \rightarrow r}{p \rightarrow r}$$

⊕ قانون نتیجه حقیقت:  
اگر  $p$  به  $q$  درست و  $q$  به  $r$  درست  
پس  $p$  به  $r$  درست.

این resolution rule می نویسیم.

\* برای استفاده از قانون صفا وقت باقی می ماند که جملات ما به صورت استنتاج اند  
یعنی نتیجه می دهیم (⇒)

$$\begin{array}{l} \forall x \quad p(x) \rightarrow q(x) \\ \forall x \quad p(x) \rightarrow r(x) \\ \forall x \quad q(x) \rightarrow s(x) \\ \forall x \quad R(x) \rightarrow S(x) \\ \hline \text{True درست} \quad S(A) \text{ حتمی} \\ \text{یک ثابت} \end{array}$$

KB زیر را در نظر بگیریم:  
صفا هم از روش resolution rule این را ثابت  
کنیم: اولین کار بیان KB به صورت  
استنتاج است. که این جا حتمی است  
مگر به صورت استنتاج نیست که باید  
این راه یک جور بیان کرد.

$$p \equiv \text{True} \rightarrow p$$

چرا این صادق است؟ چون True به  $p$  می رود محال است!

$$\frac{\text{True} \vee p}{\text{F}} \rightarrow p \equiv \neg \text{True} \vee p \equiv \text{False} \vee p \equiv p$$

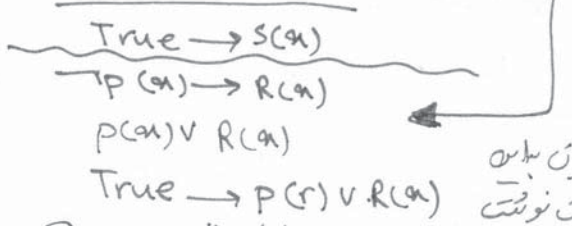
این یک مورد: پس حکم را می توان به این صورت نوشت

$P(a)$  برود به  $q(a)$  و  $T$  برود به  $r(a) \vee p(a)$  و  $q(a)$  برود به  $s(a)$

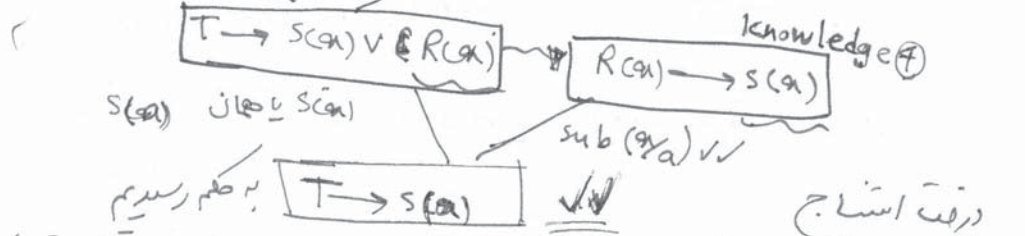
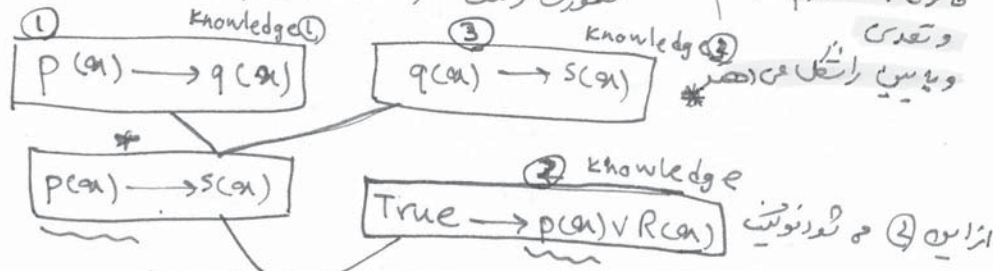
و  $r(a)$  برود به  $s(a)$  و خواصم نتیجه بگیریم  $T \rightarrow s(a)$  (9)

- 1,  $p(a) \rightarrow q(a)$
- 2,  $\text{True} \rightarrow p(a) \vee r(a)$
- 3,  $q(a) \rightarrow s(a)$
- 4,  $r(a) \rightarrow s(a)$

با توجه به مواردی که نوشتیم  
می توان درخت استنتاج  
را رسم کرد.



(9) تا KB داریم  
(1) حکم



روش اثبات بر روش resolution rule (همه از قانون 7 استفاده شده)

قانون 7 استنتاج :  

$$\frac{\begin{cases} P \rightarrow Q \text{ و } Q \rightarrow R \\ \text{تقدری یا قیاس} \end{cases}}{P \rightarrow R}$$
 resolution rule قانون

در این مسئله هم جا از این قانون استفاده شد. به جز آخری که از 8 هم استفاده شد.

یک راه دیگری هم داریم : به نام برهان خلف یا resolution + refutation

برهان خلف:

آری بتوانید از یک KB به حکمی برسید. حکم  $KB \vdash$   
 آری بعضی حکم را به KB اضافه کنیم باید بتوان به تناقض یا False رسید.  
 $T \rightarrow F$  (به شود تناقض) تناقض  $\vdash$  حکم  $KB \cup \{$

اثبات به وسیله resolution + refutation

همان اسلایدهای صغیر قبل (نوشته های صغیر قبل)



اوشی ها که فیلد اثبات منطق مرتبه اول و منطق مرتبه 0 را گفته  
 و معایب و خوبی ها را گفته.

منطق مرتبه اول عملاً و برای کار ما اشکالی ندارد.

برای زبان پرولاگ ما اشکال ندارد.

اما اگر بخواهیم فازی پیاده سازی کنیم نمی شود.

یا در زبان مطرح باشد زبان ندارد و منطق زمانی مطرح می شود.

منطق مرتبه 0 انتظارات ما را برای برنامه نویسی پرولاگ یا برنامه سازی منطق مناسب نیست.

اما منطق اول مناسب است و ما را به اهدافمان می رساند.  
 مرتبه