

بسمه تعالی

هوش مصنوعی

استنتاج در منطق مرتبهٔ اول - ۱

نیمسال اول ۱۴۰۴-۱۴۰۳

دکتر مازیار پالهنک

آزمایشگاه هوش مصنوعی

دانشکدهٔ مهندسی برق و کامپیوتر

دانشگاه صنعتی اصفهان

استنتاج

■ فرض کنید:

$$\forall x \text{ Human}(x) \Rightarrow \text{Mortal}(x)$$

$$\text{Human}(\text{Socrat})$$

■ تبدیل به حالت گزاره ای

قوانین استنتاج شامل سورها

■ $SUBST(\theta, \alpha)$ جمله ای که از جایگزینی θ در جمله α بدست می آید.

■ مثال:

■ $SUBST(\{x/Ali, y/Amin\}, Likes(x, y)) = Likes(Ali, Amin)$

■ حذف عمومی: برای هر جمله α ، متغیر v و ترم زمینه g :

$$\frac{\forall v \alpha}{SUBST(\{v/g\}, \alpha)}$$

■ ترم زمینه: یک ترم بدون متغیر

■ بطور مثال: $\forall x \text{ Likes}(x, \text{Apple})$

■ $\text{Likes}(\text{Amin}, \text{Apple})$

■ $\text{Likes}(\text{Amir}, \text{Apple})$

■

■ **حذف وجودی:** برای هر جمله α ، متغیر v و نماد ثابت K که در جای دیگری از پایگاه دانش ظاهر نشده:

$$\frac{\exists v \alpha}{\text{SUBST}(\{v / K\}, \alpha)}$$

- نام جدید K ، (Skolem constant)
- حذف عمومی را بارها می توان اعمال نمود،
- حذف وجودی فقط یک بار

کاهش به استنتاج گزاره ای

$$\forall x \text{ Human}(x) \Rightarrow \text{Mortal}(x)$$

■ تبدیل می شود به:

$$\text{Human}(\text{Bograt}) \Rightarrow \text{Mortal}(\text{Bograt})$$

$$\text{Human}(\text{Arashmidos}) \Rightarrow \text{Mortal}(\text{Arashmidos})$$

$$\text{Human}(\text{Sograt}) \Rightarrow \text{Mortal}(\text{Sograt})$$

...

$$\text{Human}(\text{Sograt})$$

کاهش به استنتاج گزاره ای

■ مشکل: نمادهای تابعی، تعداد زیادی ترمهای زمینه وجود دارند:

■ مثال: $\text{Father}(\text{Father}(\text{Amir}))$

■ **قضیه هربرند:** اگر یک جمله از یک پایگاه دانش منطق مرتبه اول ایجاب شد، توسط یک زیر مجموعه محدود پایگاه دانش گزاره ای شده ایجاب می شود

For $n = 0$ to ∞ do

create a propositional KB by instantiating
with depth- n terms

see if α is entailed by this KB

■ مشکل: کار می کند اگر جمله ایجاب شود و گرنه در حلقه می افتد

■ **قضیه تورینگ، چرچ:** ایجاب کردن در م.م.ا. نیمه قابل تصمیم گیری است (الگوریتمهایی وجود دارد که به هر جمله ایجاب شده بله بگوید، ولی الگوریتمی وجود ندارد که به هر جمله ایجاب نشده نه بگوید).

■ مشکل: تعداد جملات نامربوط تولید شده می تواند خیلی زیاد باشد.

■ مثلاً اگر داشتیم:

$$\forall x Teacher(x)$$

قانون انتزاع تعمیم یافته

■ فرض کنید پایگاه دانش بصورت زیر باشد:

$$\forall x \text{ Hungry}(x) \wedge \text{Owns}(x, \text{Apple}) \Rightarrow \text{Eats}(x, \text{Apple})$$

$$\text{Owns}(\text{Amir}, \text{Apple})$$

$$\text{Hungry}(\text{Amir})$$

■ می خواهیم سریعاً نتیجه بگیریم:

$$\text{Eats}(\text{Amir}, \text{Apple})$$

■ حتی اگر داشتیم $\forall y \text{ Owns}(y, \text{Apple})$

قانون انتزاع تعمیم یافته

- برای جملات اتمی P_i ، P'_i و q که یک جایگزینی θ وجود دارد بطوریکه $SUBST(\theta, P'_i) = SUBST(\theta, P_i)$ برای همه آنها:

$$\frac{p'_1, p'_2, \dots, p'_n, (p_1 \wedge p_2 \wedge \dots \wedge p_n \Rightarrow q)}{SUBST(\theta, q)}$$

- ارتقاء قانون انتزاع

موثق بودن ق.ا.ت.

■ با حذف عمومی می دانیم:

$$p \models p\theta \quad p\theta = SUBST(\theta, p)$$

■ پس

$$(p_1 \wedge \dots \wedge p_n \Rightarrow q) \models (p_1 \wedge \dots \wedge p_n \Rightarrow q)\theta = (p_1\theta \wedge \dots \wedge p_n\theta \Rightarrow q\theta)$$

■ و

$$p_1', \dots, p_n' \models p_1' \wedge \dots \wedge p_n' \models p_1'\theta \wedge \dots \wedge p_n'\theta$$

■ در صورتی که $p_i\theta = p_i'\theta$ طبق ق.ا. می توان نتیجه گرفت $q\theta$

خلاصه

- چگونگی استنتاج در منطق مرتبه اول
- تبدیل به یک پایگاه منطق گزاره ای
 - استفاده از حذف عمومی
 - استفاده از حذف وجودی
- عدم کارآئی مناسب
- استفاده از قانون انتزاع تعمیم یافته
 - بکارگیری بصورت زنجیربندی به جلو
 - بکارگیری بصورت زنجیربندی به عقب



م پالهنك

پایان

دانشگاه صنعتی اصفهان - مجموعه مفاخر اصفهان

مازیار پالهنك

هوش مصنوعی

13

- دقت نمائید که پاورپوینت ابزاری جهت کمک به یک ارائه شفاهی می باشد و به هیچ وجه یک جزوه درسی نیست و شما را از خواندن مراجع درس بی نیاز نمی کند.
- لذا حتماً مراجع اصلی درس را مطالعه نمائید.
- در تهیه اسلایدها از سایت کتاب استفاده شده است.