

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



# سیستم‌های چند عاملی

درس ۱۹

## مباحثه

### Argumentation

کاظم فولادی قلعه  
دانشکده مهندسی، پردیس فارابی  
دانشگاه تهران

<http://courses.fouladi.ir/mas>

## مباحثه

ARGUMENTATION

مباحثه، فرآیند تلاش برای توافق پیرامون چیزی است که به آن باور داریم.

وقتی اطلاعات یا باور عامل‌ها سازگار (*consistent*) هستند، صرفاً با هم ادغام می‌شوند

وقتی اطلاعات یا باور عامل‌ها متناقض (*contradictory*) هستند، ...؟



مباحثه، تکنیک‌هایی اصولی را برای رفع ناسازگاری فراهم می‌کند.

یا حداقل، قواعد مورد قبولی برای تصمیم‌گیری در مورد باور هنگام روبه‌رو شدن با ناسازگاری

دشواری اصلی: وقتی  $p$  و  $\neg p$  را می‌بینیم، اصلاً واضح نباشد که باید به کدام باور داشته باشیم.

## چهار حالت مباحثه

از دیدگاه گیلبرت (۱۹۹۴)

GILBERT'S FOUR MODES OF ARGUMENT

<p>مشابه یک اثبات (مثلاً: اگر <math>A</math> درست باشد و <math>A</math> موجب <math>B</math> شود، باید بپذیرید که <math>B</math> درست است.)</p>	<p>حالت منطقی <i>Logical Mode</i></p>
<p>بهره‌گیری از جاذبه‌های احساسی (مثلاً: چه حسی پیدا می‌کنی اگر ...؟)</p>	<p>حالت احساسی <i>Emotional Mode</i></p>
<p>بهره‌گیری از جنبه‌های اجتماعی و فیزیکی (مثلاً: چون من رئیس هستم / قوی‌تر هستم / مسن‌تر هستم، پس درست می‌گویم!)</p>	<p>حالت ویسرال <i>Visceral Mode</i></p>
<p>بهره‌گیری از اسطوره‌ها و ادیان (مثلاً: این بر خلاف آموزه‌های مسیح است که ...)</p>	<p>حالت کیسرال <i>Kisceral Mode</i></p>

## مباحثه‌ی انتزاعی

ABSTRACT ARGUMENTATION

بر روی ساختار کلی مجموعه‌ی مباحثه‌ها تمرکز می‌کنیم.  
 فعلاً با درون تک تک مباحثه‌ها کاری نداریم.

نمادگذاری:

$$x \rightarrow y$$

مباحثه‌ی  $x$  به مباحثه‌ی  $y$  حمله می‌کند.

$x$  یک مثال نقض برای  $y$  است.

$x$  یک حمله‌گر به  $y$  است.

در واقع کاری نداریم که  $x$  و  $y$  واقعاً چه هستند!

## مباحثه‌ی انتزاعی

مثال

ABSTRACT ARGUMENTATION

*p*: Since the weather today is sunny, I'm going to go out on my bike.

*q*: Since today is a weekday and I have to go to work, I can't go out on my bike.

*r*: Since today is a holiday, I don't have to go to work.

*s*: Since I took the day off, I don't have to go to work.

می‌توان دید که بین بعضی از اجزای این مباحثه، تضاد وجود دارد.

## مباحثه‌ی انتزاعی

سیستم مباحثه‌ی انتزاعی

### ABSTRACT ARGUMENTATION SYSTEM

یک سیستم مباحثه‌ی انتزاعی،  
مجموعه‌ای از مباحثه‌ها به همراه رابطه‌ی  $\rightarrow$  (حمله کردن) است.

سیستم مباحثه‌ی انتزاعی  
*Abstract Argumentation System*

چنین سیستم‌هایی، سبک **دونگی** (*Dung-style*) یا (*Dungian*) نام دارند.  
(به نام مبدع آنها)

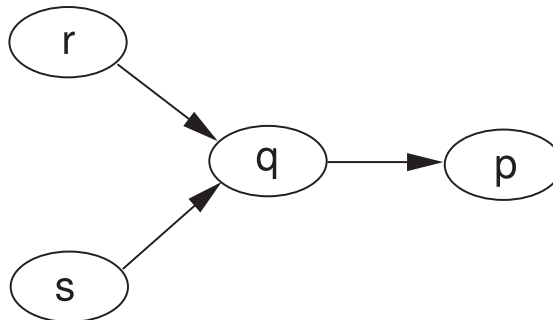
## سیستم مباحثه‌ی انتزاعی دونگی

مثال

DUNG'S ARGUMENTATION SYSTEM

$$\langle \{p, q, r, s\}, \{(r, q), (s, q), (q, p)\} \rangle$$

مباحثه‌ها

رابطه‌ی حمله کردن (مثلاً  $r \rightarrow q$ )

*p*: Since the weather today is sunny, I'm going to go out on my bike.

*q*: Since today is a weekday and I have to go to work, I can't go out on my bike.

*r*: Since today is a holiday, I don't have to go to work.

*s*: Since I took the day off, I don't have to go to work.

**پرسش:** با داشتن این وضعیت، به چه چیزی باید باور داشته باشیم؟

## سیستم مباحثه‌ی انتزاعی دونگی

موضع

DUNG'S ARGUMENTATION SYSTEM

موضع، مجموعه‌ای از مباحثه‌هاست.  
( $\sim$  دیدگاه)

موضع  
*Position*

با  $n$  مباحثه،  $2^n$  موضع ممکن داریم.

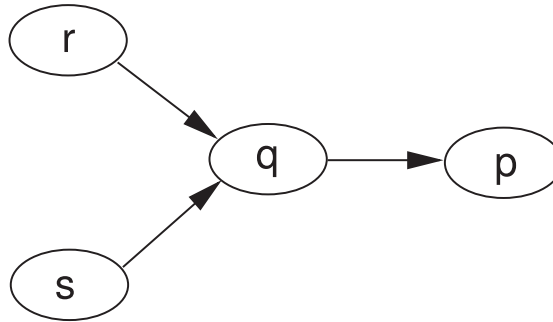
یک موضع  $K$  عاری از تضاد است، اگر  
هیچ عضوی از  $K$  به هیچ عضو دیگری از  $K$  حمله نکند. (سازگار درونی)

موضع عاری از تضاد  
*Conflict-Free Position*



## سیستم مباحثه‌ی انتزاعی دونگی

موضع‌های عاری از تضاد: مثال

CONFLICT-FREE POSITION $\langle \{p, q, r, s\}, \{(r, q), (s, q), (q, p)\} \rangle$ 

در این مثال، موضع‌های عاری از تضاد عبارتند از:

 $\emptyset, \{p\}, \{q\}, \{r\}, \{s\}, \{r, s\}, \{p, r\}, \{p, s\}, \{r, s, p\}$

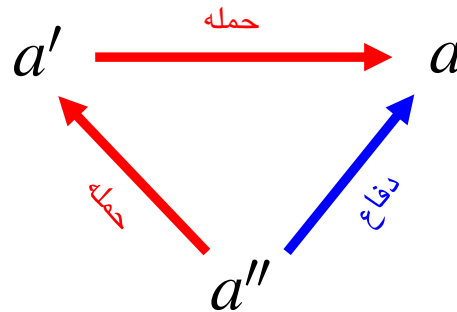
## سیستم مباحثه‌ی انتزاعی دونگی

دفاع

DEFENSE

اگر یک مباحثه‌ی  $a$  توسط مباحثه‌ی دیگر  $a'$  مورد حمله قرار گیرد،  
آن‌گاه توسط مباحثه‌ی  $a''$  مورد دفاع قرار می‌گیرد، اگر  $a''$  به  $a'$  حمله کند.

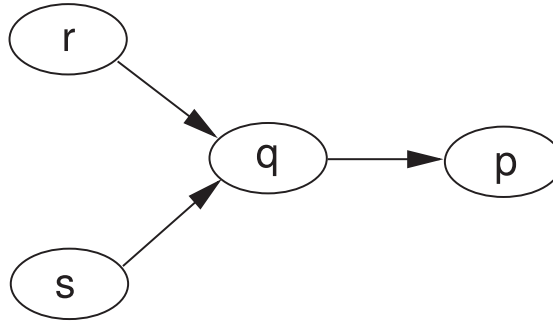
دفاع  
*Defence*



## سیستم مباحثه‌ی انتزاعی دونگی

دفاع: مثال

DEFENSE

$$\langle \{p, q, r, s\}, \{(r, q), (s, q), (q, p)\} \rangle$$


در این مثال،  $p$  توسط  $r$  و  $s$  دفاع می‌شود.

## سیستم مباحثه‌ی انتزاعی دونگی

موضع دفاعی متقابل

MUTUALLY DEFENSIVE POSITION

یک موضع  $S$  متقابل دفاعی است، اگر هر عضو  $S$  که به آن حمله می‌شود، توسط حداقل یک عضو  $S$  مورد دفاع قرار گیرد.

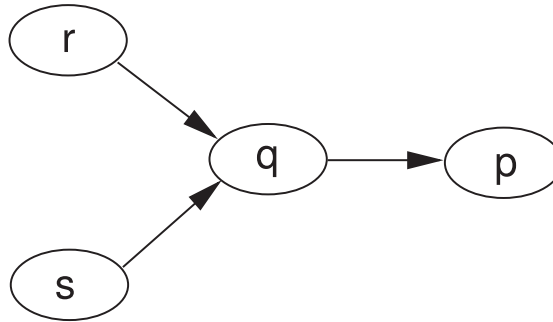
موضع دفاعی متقابل  
*Mutually Defensive Position*

حالت خود دفاعی مجاز است.

## سیستم مباحثه‌ی انتزاعی دونگی

موضع دفاعی متقابل: مثال

MUTUALLY DEFENSIVE POSITION

$$\langle \{p, q, r, s\}, \{(r, q), (s, q), (q, p)\} \rangle$$


در این مثال، موضع‌های دفاعی متقابل عبارتند از:

$$\emptyset, \{r\}, \{s\}, \{r, s\}, \{p, r\}, \{p, s\}, \{r, s, p\}$$

## سیستم مباحثه‌ی انتزاعی دونگی

موضع قابل قبول

ADMISSIBLE POSITION

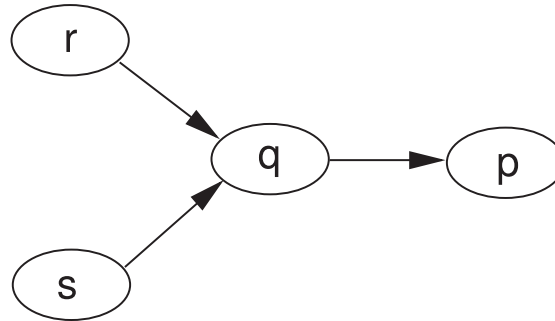
یک موضع  $K$  قابل قبول است، اگر هم عاری از تضاد و هم متقابل دفاعی باشد.

موضع قابل قبول  
*Admissible Position*

«قابل قبول بودن»، یک مفهوم حداقلی برای یک موضع مستدل است.  
(دارای سازگاری درونی و دارای دفاع در برابر همه‌ی حمله‌کنندگان)

## سیستم مباحثه‌ی انتزاعی دونگی

موضع قابل قبول: مثال

ADMISSIBLE POSITION

موضع‌های عاری از تضاد :  $\emptyset, \{p\}, \{q\}, \{r\}, \{s\}, \{r, s\}, \{p, r\}, \{p, s\}, \{r, s, p\}$

موضع‌های دفاعی متقابل :  $\emptyset, \{r\}, \{s\}, \{r, s\}, \{p, r\}, \{p, s\}, \{r, s, p\}$

در این مثال، موضع‌های قابل قبول عبارتند از (اشتراک موارد فوق):

$\emptyset, \{r\}, \{s\}, \{r, s\}, \{p, r\}, \{p, s\}, \{r, s, p\}$

## سیستم مباحثه‌ی انتزاعی دونگی

گسترش مرجع

PREFERRED EXTENSION

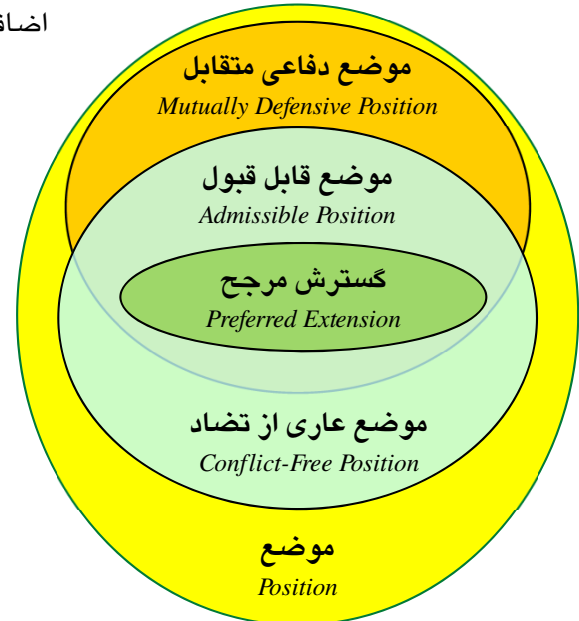
گسترش مرجع، یک مجموعه‌ی قابل قبول حداکثری (ماکزیمال) است.

گسترش مرجع  
*Preferred Extension*

اضافه کردن یک مباحثه‌ی دیگر به آن، آن را غیرقابل قبول می‌کند.

$S$  یک گسترش مرجع است اگر  
 $S$  قابل قبول باشد  
و هیچ ابرمجموعه‌ی دیگری از  $S$  قابل قبول نباشد.

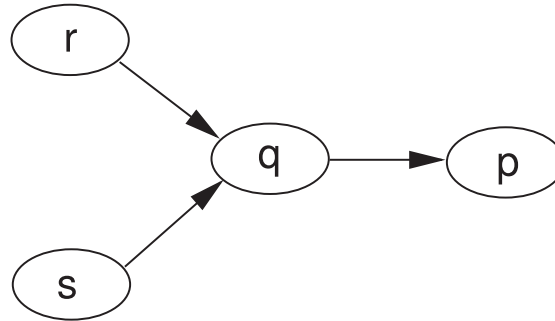
یک مجموعه از مباحثه‌ها همیشه یک گسترش مرجع دارد،  
اما ممکن است مجموعه‌ی تهی باشد.





## سیستم مباحثه‌ی انتزاعی دونگی

گسترش مرجح: مثال

PREFERRED EXTENSION

موضع‌های قابل قبول:  $\emptyset, \{r\}, \{s\}, \{r, s\}, \{p, r\}, \{p, s\}, \{r, s, p\}$

در این مثال،  $\{p, r, s\}$  گسترش مرجح است  
(زیرا افزودن آن را غیرقابل قبول می‌کند.)

در این مثال،  $\emptyset$  گسترش مرجح نیست،  
(زیرا ابرمجموعه‌ی آن  $\{p\}$  مرجح است.)

## سیستم مباحثه‌ی انتزاعی دونگی

یافتن گسترش مرجح

### PREFERRED EXTENSION

وقتی مجموعه‌ی مباحثه‌ها بزرگ‌تر می‌شود،  
یافتن گسترش مرجح به صورت نمایی دشوار می‌شود.

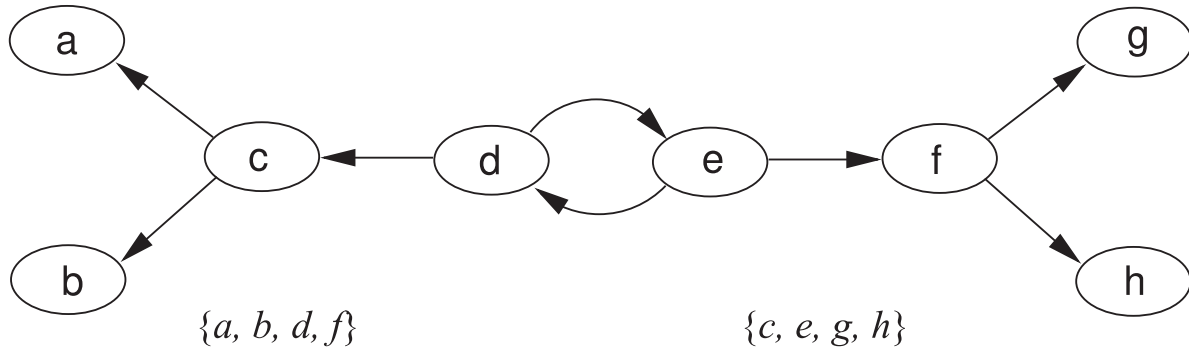
با  $n$  مباحثه،  $2^n$  موضع ممکن داریم.

## سیستم مباحثه‌ی انتزاعی دونگی

یافتن گسترش مرجح: مثال

PREFERRED EXTENSION

این مجموعه از مباحثه‌ها، دو گسترش مرجح دارد:

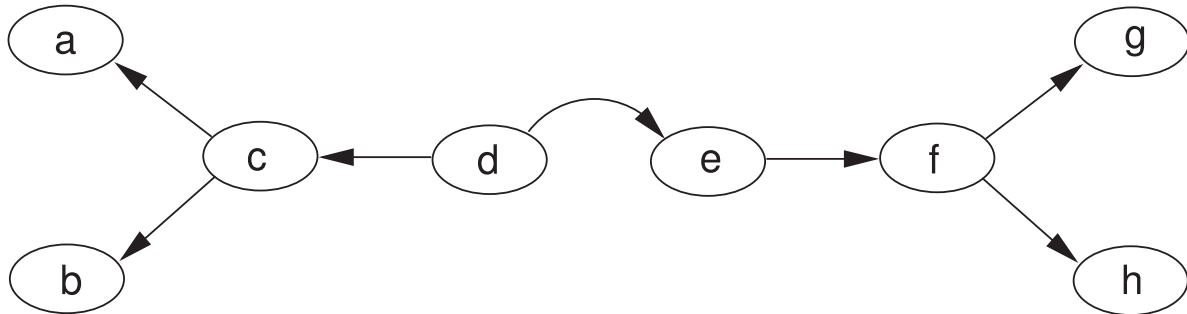


## سیستم مباحثه‌ی انتزاعی دونگی

یافتن گسترش مرجح: مثال

PREFERRED EXTENSION

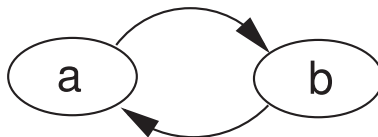
این مجموعه از مباحثه‌ها، فقط یک گسترش مرجح دارد:

 $\{a, b, d, f\}$ 

از آنجا که  $c$  و  $e$  مورد حمله قرار گرفته‌اند، اما دفاع نشده‌اند، نمی‌توانند در مجموعه‌ی موضع‌های قابل قبول قرار گیرند.

## سیستم مباحثه‌ی انتزاعی دونگی

یافتن گسترش مرجح: مثال

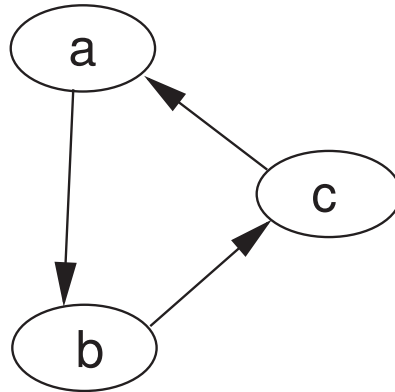
PREFERRED EXTENSIONاین مجموعه از مباحثه‌ها، دو گسترش مرجح **تک‌عضوی** دارد: $\{a\}$  $\{b\}$

## سیستم مباحثه‌ی انتزاعی دونگی

یافتن گسترش مرجح: مثال

PREFERRED EXTENSION

این مجموعه از مباحثه‌ها، گسترش مرجح تهی دارد.



## سیستم مباحثه‌ی انتزاعی دونگی

بهبود گسترش‌های مرجح: پذیرش زودباور و دیرباور

### CREDULOUS AND SCEPTICAL ACCEPTANCE

یک مباحثه، زودباورانه پذیرفته می‌شود،  
اگر عضو حداقل یک گسترش مرجح باشد.

پذیرش زودباور  
*Credulous Acceptance*

یک مباحثه، دیرباورانه پذیرفته می‌شود،  
اگر عضو هر گسترش مرجح باشد.

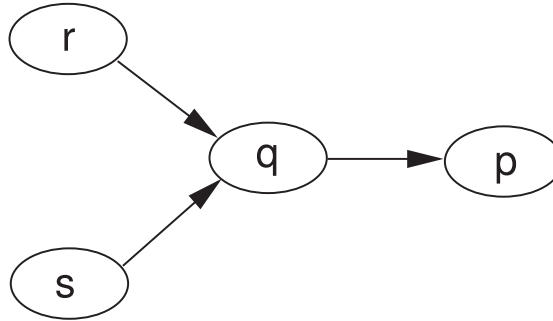
پذیرش دیرباور  
*Sceptical Acceptance*

بدیهی است که: هر چیزی که دیرباورانه پذیرفته شود، زودباورانه هم پذیرفته می‌شود.

## سیستم مباحثه‌ی انتزاعی دونگی

بهبود گسترش‌های مرجح: پذیرش زودباور و دیرباور: مثال

CREDULOUS AND SCEPTICAL ACCEPTANCE



در این مثال،  $\{p, r, s\}$  تنها گسترش مرجح است.

در این مثال،  $q, p$  و  $r$  دیرباورانه پذیرفته می‌شود.

$q$  نه زودباورانه و نه دیرباورانه پذیرفته نمی‌شود.



## سیستم مباحثه‌ی انتزاعی دونگی

مثال

{}, {b, d}, {d, f}, {b, d, f}, {b, d, h}, {d, f, h},  
 {b, d, f, h}, {c, e}, {e, h}, {c, e, h}

موضع قابل قبول

*Admissible Position*

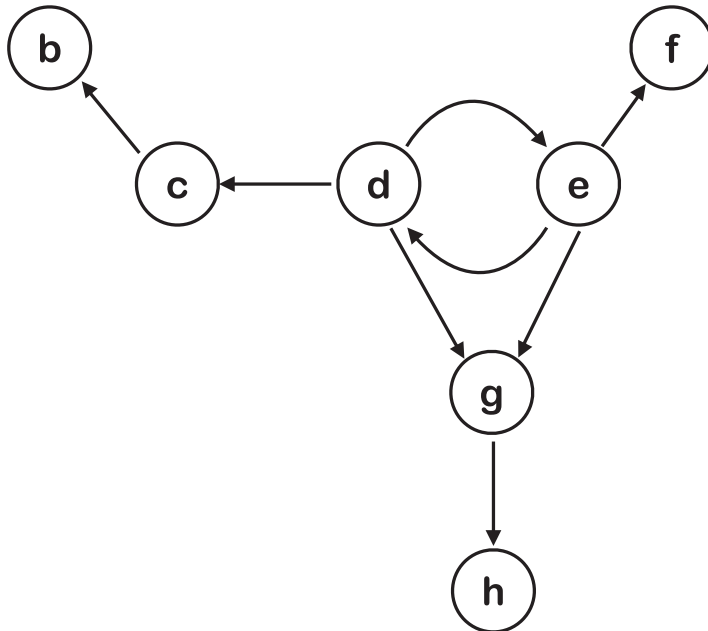
گسترش مرجح

*Preferred Extension*

پذیرش زودباور

*Credulous Acceptance*

پذیرش دیرباور

*Sceptical Acceptance*

{b, d, f, h}  
 {c, e, h}

b, c, d, e, f, h

h

## سیستم مباحثه‌ی انتزاعی دونگی

گسترش‌های به‌زمین‌نشسته

 GROUNDED EXTENSIONS 

روی‌کرد دیگری که احتمالاً بهتر از گسترش مرجح است.

مباحثه‌هایی **تضمین پذیرش** دارند که مورد حمله واقع نشده باشند.

این مباحثه‌ها را در مجموعه‌ی  $IN$  قرار می‌دهیم.

**OUT**

هر مباحثه‌ای که مورد حمله قرار گرفته باشد را از گراف حذف می‌کنیم.

**IN**

هر مباحثه‌ای که مورد حمله قرار نگرفته باشد را در گراف نگه می‌داریم.

مجدد به مباحثه‌های داخل  $IN$  نگاه می‌کنیم و همین کار را تکرار می‌کنیم (تا زمانی که گراف دیگر تغییر نکند)

مجموعه‌ی مباحثه‌های مجموعه‌ی  $IN$  پس از همگرایی (آنهایی که در گراف باقی می‌مانند.)

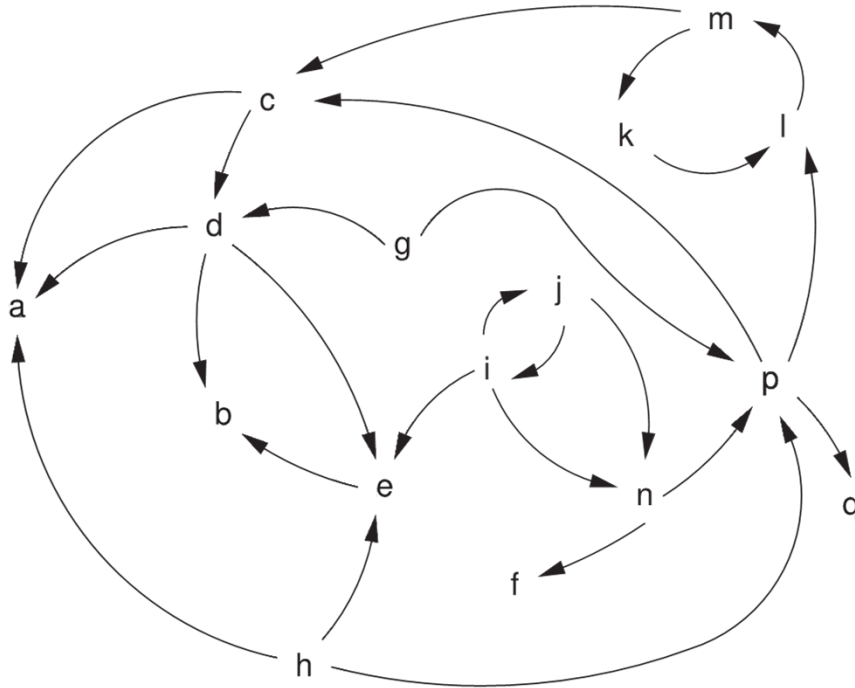
گسترش‌های به‌زمین‌نشسته

*Grounded Extensions*

یک مجموعه از مباحثه‌ها همیشه یک گسترش به‌زمین‌نشسته دارد و همیشه یکتاست (شاید  $\emptyset$ )

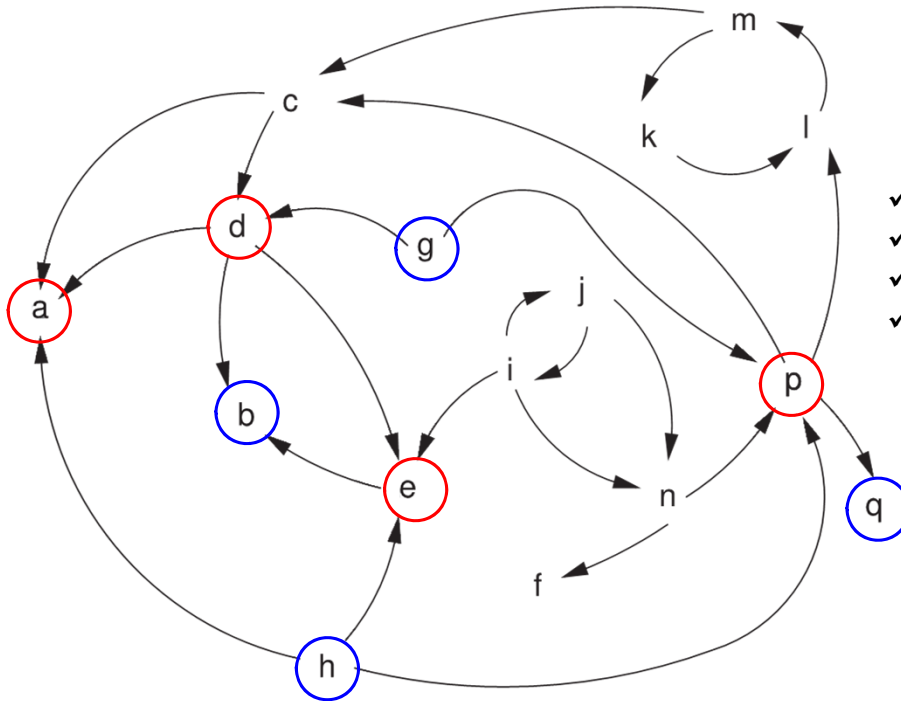
## سیستم مباحثه‌ی انتزاعی دونگی

گسترش‌های به‌زمین‌نشسته: مثال

 GROUNDED EXTENSIONS

## سیستم مباحثه‌ی انتزاعی دونگی

گسترش‌های به‌زمین‌نشسته: مثال

 GROUNDED EXTENSIONS

- ✓  $h$  is not attacked, so **IN**.
- ✓  $h$  is **IN** and attacks  $a$ , so  $a$  is **OUT**.
- ✓  $h$  is **IN** and attacks  $p$ , so  $p$  is **OUT**.
- ✓  $p$  is **OUT** and is the only attacker of  $q$  so  $q$  is **IN**.

## مباحثه‌ی استنباطی

DEDUCTIVE ARGUMENTATION

فرم پایه‌ی مباحثه‌ی استنباطی:

$$\Sigma \vdash (S, p)$$

یک مجموعه از فرمول‌های منطقی (احتمالاً ناسازگار)

پایگاه دانایی  
*Knowledge Base* $\Sigma$ 

یک جمله یا گزاره (یک فرمول منطقی)

نتیجه  
*Conclusion* $p$ 

مجموعه‌ی فرمول‌های منطقی (پشتیبان - زمینی‌ها)

پشتیبان  
*Support / Grounds* $S$ 

که برای آن داریم:

1.  $S \subseteq \Sigma$
2.  $S \vdash p$
3.  $\nexists S' (S' \vdash p)$

یک مباحثه به صورت ساده در قالب  $(S, p)$  نوشته می‌شود.

## مباحثه‌ی استنباطی

حمله و غلبه

ATTACK AND DEFEAT

در فرآیند مباحثه، بین مباحثه‌ها رابطه ایجاد می‌شود.

دو مباحثه‌ی زیر را از پایگاه دانایی  $\Sigma$  در نظر بگیرید:

$$(S^1, p^1) \quad (S^2, p^2)$$

$(S^1, p^1)$  از دو راه می‌تواند مورد **حمله** قرار بگیرد:

**تکذیب**  
*Rebut*

$$(S^2, p^2) \text{ rebuts } (S^1, p^1) \quad \text{if} \quad p^2 \equiv \neg p^1$$

**زیرآب‌زنی**  
*Undercut*

$$(S^2, p^2) \text{ undercuts } (S^1, p^1) \quad \text{if} \quad \exists q^1 \in S^1 (p^2 \equiv \neg q^1)$$

**تکذیب**، یک رابطه‌ی متقارن است.

وقتی یک **حمله** را شناسایی کردیم، می‌توانیم به گسترش‌های مرجح یا گسترش‌های به‌زمین‌نشسته نگاه کنیم تا تعیین کنیم کدام مباحثه‌ها باید پذیرفته شوند.

## مباحثه‌ی استنباطی

حمله و غلبه: مثال

**Argument  $x$** 

Here is one deductive argument.

 $a$  denotes "We recycle" $b$  denotes "We save resources" $a \rightarrow b$  denotes "If we recycle, then we save resources"Formally we get:  $(\{a, a \rightarrow b\}, b)$ **Argument  $y$** 

A second argument, that conflicts with the first:

 $c$  denotes "Recycled products are not used" $a \quad c \rightarrow \neg b$  denotes "If we recycle and recycled

products are not used then we don't save resources"

Formally we get:  $(\{a, c, a \quad c \rightarrow \neg b\}, \neg b)$ **Argument  $z$** 

A third argument, that conflicts with the first:

 $d$  denotes "We create more desirable recycled products" $d \rightarrow \neg c$  denotes "If we create more desirable recycled products then recycled products are used"Formally we get:  $(\{d, d \rightarrow \neg c\}, \neg c)$ 

- $x$  and  $y$  **rebut** each other.
- $z$  **undercuts**  $y$ .

## مباحثه و برقراری ارتباط

ARGUMENTATION AND COMMUNICATION*Agent P* $\Sigma_P$  $CS(P)$  $\Sigma_P \cup CS(C)$ *Agent C* $\Sigma_C$  $CS(C)$  $\Sigma_C \cup CS(P)$ 

دو عامل  $P$  و  $C$  که هر یک پایگاه دانایی خود را دارند.

حاوی اطلاعاتی که آن عامل آن را عمومی کرده است.

**حافظه‌ی تعهدات**  
*Commitment Store*

هر زمان که اعلانی صورت می‌گیرد، یک اضافه شدن به حافظه‌ی تعهدات انجام می‌شود:

عامل‌ها مباحثه‌هایشان را بر اساس این مجموعه‌های جدید می‌سازند.

فرض می‌کنیم مکالمه توسط  $P$  با اولین حرکت شروع شود:

برآمدهای ممکن:

$P$  یک مباحثه تولید می‌کند.

$C$  مباحثه  $P$  را *OUT* می‌کند.

هر دو عامل: *IN*

از این روش می‌توان برای مذاکره استفاده کرد، اگر زبان اجازه‌ی بیان پیشنهادها را بدهد.



## مباحثه و برقراری ارتباط

پروتکل مباحثه

ARGUMENTATION PROTOCOL

یک نمونه مکالمه:

1.  $P$  has an acceptable argument  $(S, p)$ , built from  $\Sigma_P$ , and wants  $C$  to accept  $p$ .
2.  $P$  asserts  $p$ .
3.  $C$  has an argument  $(S', \neg p)$ .
4.  $C$  asserts  $\neg p$ .
5.  $P$  cannot accept  $\neg p$  and challenges it.
6.  $C$  responds by asserting  $S'$ .
7.  $P$  has an argument  $(S'', \neg q)$  where  $q \in S'$ , and challenges  $q$ .
8. ...

## مباحثه و برقراری ارتباط

پروتکل مباحثه

ARGUMENTATION PROTOCOL

فرآیند مکالمه زمانی خاتمه می‌یابد که

$$\Sigma_P \cup CS(C) \cup CS(P)$$

و

$$\Sigma_C \cup CS(P) \cup CS(C)$$

سرانجام مجموعه‌های مباحثه‌ی  $IN$  یکسانی را فراهم کنند و عامل‌ها به توافق برسند.

در اینجا به دنبال گسترش‌های زمینی شده هستیم.

## مکالمه

## DIALOGUE

با گزینش مناسب زبان، می‌توانیم از مباحثه برای اجرای انواع مکالمه استفاده کنیم:

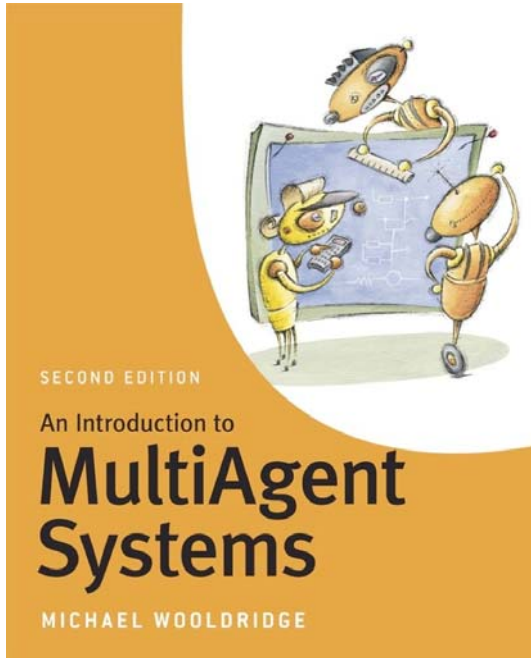
هدف عامل‌ها شرکت‌کننده	هدف اصلی	حالت اولیه	اطلاع‌یابی <i>Information Seeking</i>
تأیید یا کسب دانایی	گسترش دانایی	جهل فردی	
(مثلاً: به من بگو آیا $p$ درست است؟)			
یافتن یک اثبات یا دلیل	گسترش دانایی	جهل عمومی	استفسار <i>Inquiry</i>
(مثلاً: آیا می‌توانی $p$ را ثابت کنی؟)			
متقاعد کردن دیگران	رفع تضاد نظرات	تضاد نظرات	اقناع <i>Persuasion</i>
(مثلاً: تو اشتباه فکر می‌کنی که $p$ درست است.)			
گرفتن بهترین برآمد برای خود	معامله	تضاد منافع	مذاکره <i>Negotiation</i>
(مثلاً: چگونه یک یک را تقسیم کنیم؟)			
برآمد تأثیر	رسیدن به تصمیم	نیاز به انجام کار	مشورت <i>Deliberation</i>
(مثلاً: برای شام باید به کجا برویم؟)			
شکست طرف مقابل	رسیدن به همسازی	تضاد و تعارض (آنتاگونیسم)	جدل <i>Eristics</i>
(مثلاً: تو اشتباه فکر می‌کنی که $p$ درست است و نمی‌توانی رد کنی.)			

در هر مکالمه عامل‌ها در یک حالت اولیه قرار دارند که می‌خواهند از آن خارج شوند و به هدف اصلی برسند. هر عامل شرکت‌کننده هدف خاصی را دنبال می‌کند.

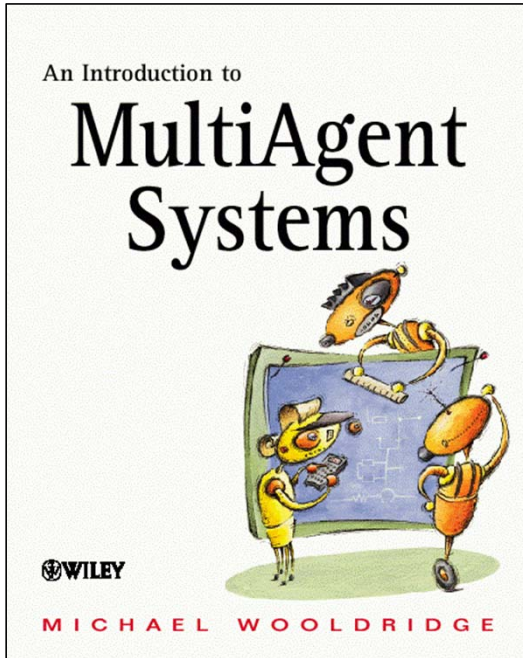
مباحثه

منابع

## منبع اصلی



Michael Wooldridge,  
**An Introduction to Multiagent Systems,**  
Second Edition,  
John Wiley & Sons, 2009.  
**Chapter 16**



Michael Wooldridge,  
**An Introduction to Multiagent Systems**,  
 John Wiley & Sons, 2002.  
 Chapter 7

## 7

## Reaching Agreements

An obvious problem, related to the issue of cooperation, is that of *reaching agreements* in a society of self-interested agents. In the multiagent world that we all inhabit every day, we are regularly required to interact with other individuals with whom we may well not share common goals. In the most extreme scenario, as discussed in the preceding chapter, we may find ourselves in a zero-sum encounter. In such an encounter, the only way we can profit is at the expense of our opponents. In general, however, most scenarios in which we find ourselves are not so extreme – in most realistic scenarios, there is some potential for agents to reach *mutually beneficial agreement* on matters of common interest. The ability to reach agreements (without a third party dictating terms!) is a fundamental capability of intelligent autonomous agents – without this capability, we would surely find it impossible to function in society. The capabilities of *negotiation* and *argumentation* are central to the ability of an agent to reach agreement.

Negotiation scenarios do not occur in a vacuum: they will be governed by a particular *mechanism*, or *protocol*. The protocol defines the ‘rules of encounter’ between agents (Rosenschein and Zlotkin, 1994). It is possible to design protocols so that any particular negotiation history has certain desirable properties – this is *mechanism design*, and is discussed in more detail below.

A second issue is, given a particular protocol, how can a particular *strategy* be designed that individual agents can use while negotiating – an agent will aim to use a strategy that *maximizes* its own individual welfare. A key issue here is that, since we are interested in actually *building* agents that will be capable of