

هر که گوید جمله حق است احمق است

آن که گوید جمله باطل، اوستی است
مولانا

سیستم‌های فازی

1

Presented By: A. Maleki
Fall 2021

دستور کار این جلسه: مقدمه ای بر سیستم های فازی

- ← مفاهیم فازی و منطق در منطق فازی
- تاریخچه ی فازی
- نمونه هایی از کاربردهای تجاری فازی
- مثال های ساده ای برای کنترل مبتنی بر منطق فازی
- سیستم های فازی

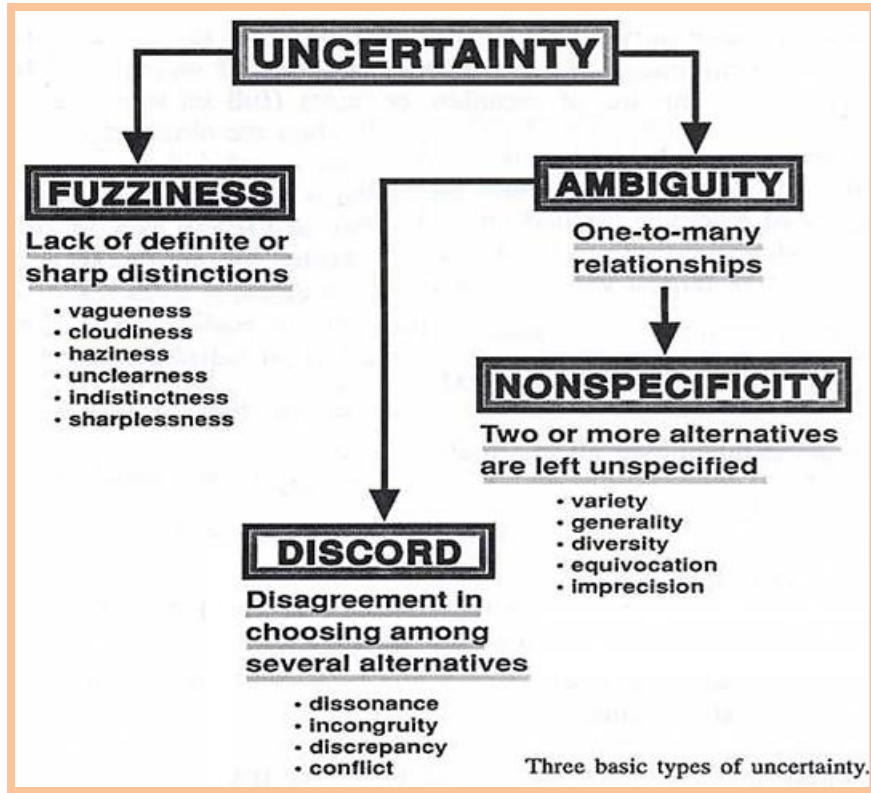
مفاهیم فازی و منطق در «منطق فازی»:

○ اشاره‌ای به نامعینی‌ها

○ چرا منطق؟

○ چرا فازی؟

اشاره‌ای به نامعینی‌ها:



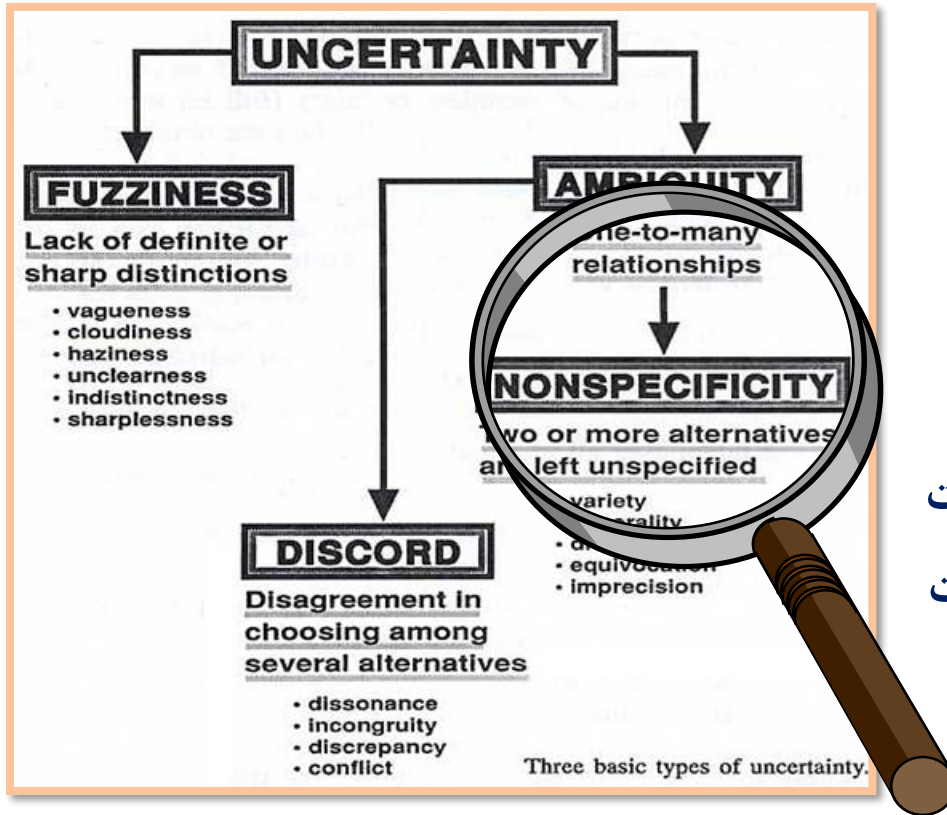
○ نامشخص بودن

○ ناسازگاری و تناقض

○ فازی بودن

○ تفاوت «احتمال» و «امکان»

نامشخص بودن:



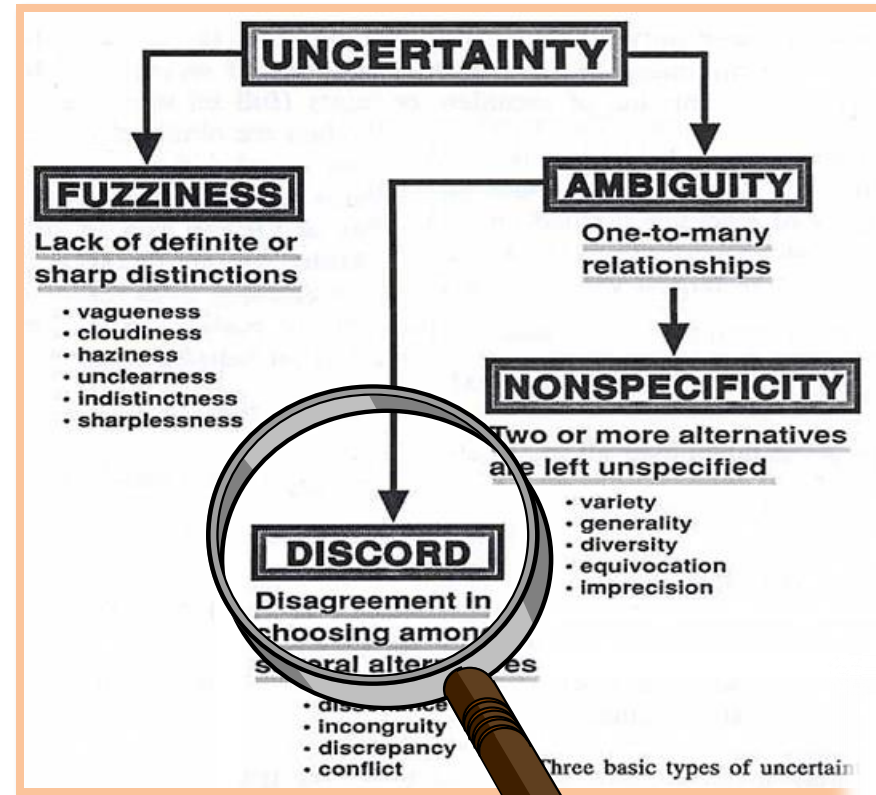
زِ گریه مردم چشمم نشسته در خون است
بین که در طلبت حال مردمان چون است

«فردی دچار حمله‌ی قلبی شد و مورد درمان قرار گرفت.»

در این مثال مشخص نیست که منظور از درمان چه گزینه‌ای است؟

«استفاده از دارو»، «آنژیوگرافی» یا «عمل جراحی قلب».

ناسازگاری و تناقض:



ما زنده از آنیم که آرام نگیریم
موجیم که آسودگی ما عدم ماست

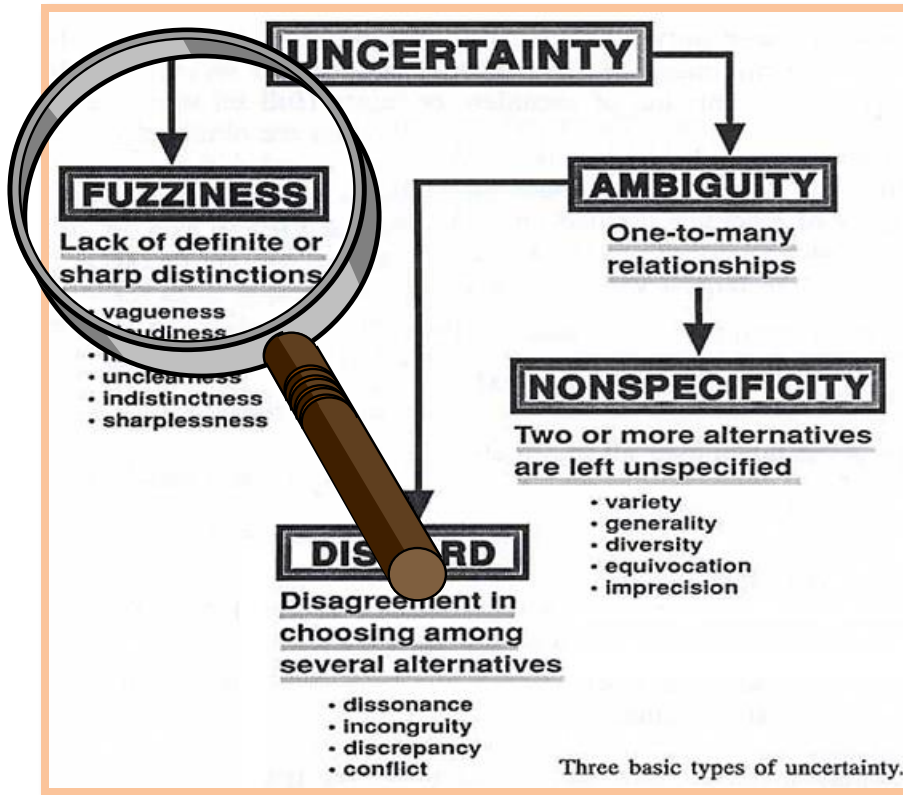
گر صبر کنی ز غوره حلوا سازم.

جوجه را آخر پاییز می شمارند!

سالی که نکوست از بهارش پیداست!



فازی بودن:



«قد دارا بلند و قد سارا متوسط است.»

در این عبارت، «بلند» و «متوسط» از نظر افراد مختلف می تواند تعبیر متفاوتی داشته باشد.

به تفاوت مفاهیم امکان و احتمال توجه داشته باشید!



مثال ۱:

با احتمال $0/8$ هوا روشن است.

با امکان $0/8$ هوا روشن است.

احتمال دارد کاملاً تاریک باشد یا
کاملاً روشن باشد.

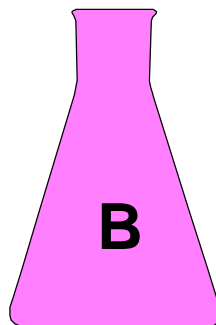
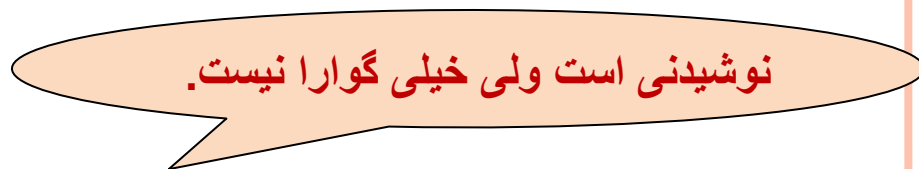
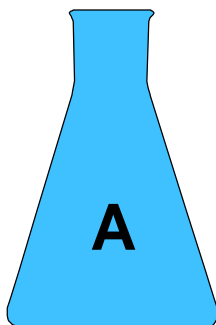
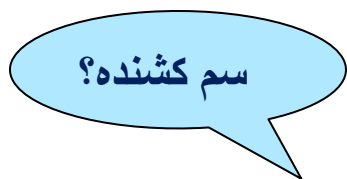
مثلاً گرگ و میش صبح یا
دم غروب است.

به تفاوت مفاهیم امکان و احتمال توجه داشته باشید!

مثال ۲:

محتویات ظرف A با «احتمال» ۹۰٪ نوشیدنی گوارایی است.

محتویات ظرف B با «امکان» ۹۰٪ نوشیدنی گوارایی است.



نامعینی‌های تصادفی و غیر تصادفی مکمل یکدیگرند!

مثال ۱:

به احتمال زیاد، فردا کمی تا قسمتی ابری خواهد بود.

نامعینی فازی

نامعینی تصادفی

Fuzziness describes the ambiguity of an event and **randomness** describes the uncertainty in the occurrence of an event.



نامعینی‌های تصادفی و غیر تصادفی مکمل یکدیگرند!

مثال ۲:

«... افرادی که از هیپاتیت رنج می‌برند

در ۶۰٪ از کل موارد دارای تب شدید هستند،

در ۴۵٪ از موارد رنج پوست آنها به زردی می‌گراید

و در ۳۰٪ از کل موارد حالت تهوع دارند...»

38°C

38.7°C

40.1°C

41.4°C

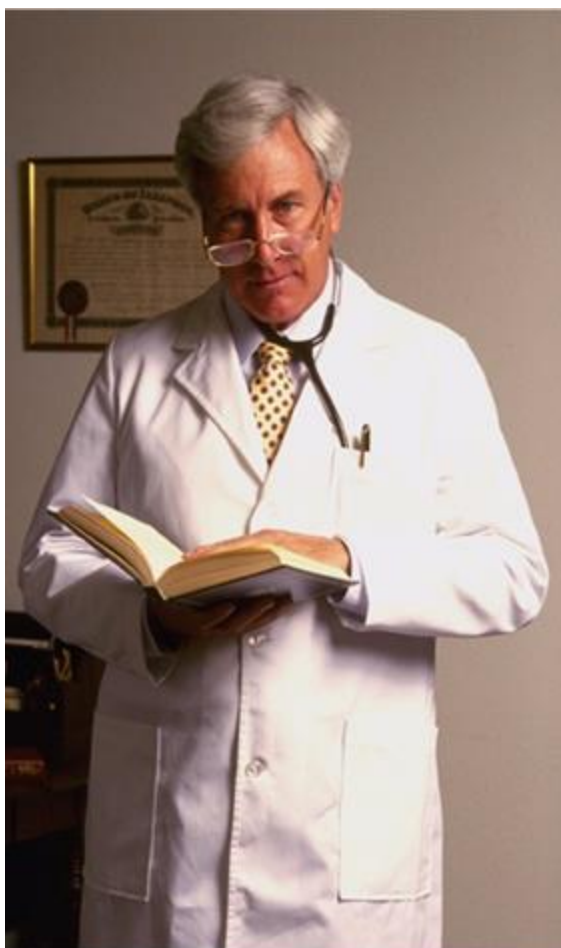
39.3°C

42°C

« تب شدید »

37.2°C

نظریه‌ی مجموعه فازی



چرا منطق؟

یادآوری مثال ۲ از مبحث قبل:

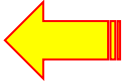
○ اگر خودروی عبوری **نزدیک** است **یا** سرعت آن **زیاد** است از عرض خیابان عبور نکنید.

چرا فازی؟

یادآوری مثال ۲ از مبحث قبل:

○ اگر خودروی عبوری **نزدیک** است **یا** سرعت آن **زیاد** است از عرض خیابان عبور نکنید.

دستور کار این جلسه: مقدمه ای بر سیستم های فازی

- مفاهیم فازی و منطق در منطق فازی
- تاریخچه ی فازی 
- نمونه هایی از کاربردهای تجاری فازی
- مثال های ساده ای برای کنترل مبتنی بر منطق فازی
- سیستم های فازی

تاریخچه‌ی فازی:

تاریخچه‌ی فازی خود فازی است!

بارت کاسکو «تفکر فازی»

منطق شرقی در مقابل منطق غربی:



x is A **or** x is not A

منطق سیاه و سفید

هر چیزی یا باید باشد یا نباشد، چه در حال حاضر چه در آینده.

ارسطو «تفسیر»



x is A **and** x is not A

منطق خاکستری

ایده‌ی بنیادی آیین بودا، عبور به ماورای مرزهای جهان مخالف‌ها است.

سوزوکی «چکیده‌ی آیین بودا»

پارادکس‌های منطق سیاه و سفید و ...:

پارادکس سلسله‌وار زینو

پشته‌ای از شن در نظر بگیرید.

دانه‌ای شن از این پشته بردارید. آیا می‌توان گفت هنوز پشته‌ای از شن وجود دارد؟

دانه‌ی شن دیگری را از این پشته بردارید. آیا باز هم می‌توان گفت هنوز پشته‌ای از شن وجود دارد؟

...

...

...

در حالی که آخرین دانه‌ی شن را برمی‌دارید باز به این سوال پاسخ دهید!

پارادکس‌های منطق سیاه و سفید و ...:

پارادکس‌های خود مرجع

جمله‌ی طرف دیگر درست است.

جمله‌ی طرف دیگر نادرست است.

نادیده گرفتن پارادکس‌ها موجب شد
منطق فازی ۲۵۰۰ سال در گنجه‌های
منطق سیاه و سفید پنهان بماند.



اواخر دهه‌ی ۱۹۲۰: اصل عدم قطعیت هایزنبرگ در مکانیک کوانتوم

هایزنبرگ نشان داد که می‌توان از نزدیک‌تر نگاه کرد و چیز کمتری دید.

در واقع، هایزنبرگ شک را
علمی کرد!



برتراند راسل:

هر چیز تا حدی مبهم است؛

تا در وضوح بخشیدن به آن نکوشید، آن را درک نمی کنید.

منطق کلاسیک شبیه شخصی است که با یک لباس رسمی مشکی، پیراهن سفید آهاردار، کراوات مشکی، کفش‌های براق و ... به یک میهمانی رسمی آمده است و منطق فازی تا اندازه‌ای شبیه فردی است که با لباس غیررسمی، شلوار جین، تی‌شرت و کفش‌های پارچه‌ای آمده است. این لباس‌ها را در گذشته نمی‌پذیرفتند اما امروزه جور دیگری است.



Lotfi Zadeh during his student years in Tehran in the early 1940s (the large Russian sign ODIN which means "alone," was his early proclamation of independence).

پرفسور زاده با چاپ مقاله‌ای به معرفی مفاهیم مجموعه‌های فازی

پرداخت. در سال‌های بعد ایشان برای توسعه‌ی این حوزه تلاش‌های زیادی نمودند و مقالات بنیادی فراوانی از ایشان منتشر گردید. از این رو از ایشان به عنوان پدر علم فازی نام برده می‌شود.

1965, “Fuzzy Sets”

1968, “Fuzzy Algorithm”

1970, “Decision-making in Fuzzy Environment”

1971, “Toward a Theory of Fuzzy Systems”

1973, “Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes”

1975, “The Concept of Linguistic Variables and Its Applications to Approximate Reasoning I, II, III ”

.....

ممدانی و همکارانش با ایجاد ساختار کنترل گر فازی، از آن برای کنترل
یک ماشین بخار استفاده نمودند.

۱۹۷۵

1975, “An Experiment in Linguistic Synthesis with a Fuzzy
Logic Controller”

هولمبِلد و همکارانش از کنترل گر فازی برای یک کاربرد صنعتی یعنی
کنترل کوره‌ی سیمان استفاده نمودند.

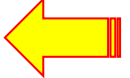
۱۹۷۸

1978, “Control of a Cement Kiln by Fuzzy Logic”

دهه ۸۰ کاربردهای گوناگونی از کنترل‌گرهای فازی به ویژه در ژاپن توسعه پیدا کرد. از آن جمله می‌توان به «کنترل فازی متروی سندای» در ژاپن اشاره نمود.

دهه ۹۰ فازی در مراکز علمی و دانشگاهی جهان جایگاه ویژه‌ای یافت. از جمله می‌توان به برگزاری «اولین کنفرانس بین‌المللی IEEE در سیستم‌های فازی» در سال ۱۹۹۲ اشاره نمود.

دستور کار این جلسه: مقدمه ای بر سیستم های فازی

- مفاهیم فازی و منطق در منطق فازی
- تاریخچه ی فازی
- نمونه هایی از کاربردهای تجاری فازی 
- مثال های ساده ای برای کنترل مبتنی بر منطق فازی
- سیستم های فازی

نمونه‌هایی از کاربردهای تجاری فازی:

- قطار زیرزمینی (subway train)
- خودرو (vehicle)
- کوره‌ی سیمان (cement kilns)
- ماشین لباس‌شویی (washing machine)
- پلوپز (rice cooker)
- جاروبرقی (vacuum cleaner)
- یخچال (fridges)
- تهویه‌ی مطبوع (air conditioners)

نمونه‌هایی از کاربردهای تجاری فازی:

مثال ۱: کنترل سرعت و ترمز قطار



✓ در موارد متعددی به ویژه در اروپا و ژاپن،
از کنترل گره‌های فازی برای کنترل سرعت
و ترمز قطارها استفاده شده است که به
عنوان نمونه می‌توان به مونوریل توکیو
اشاره نمود.

نمونه‌هایی از کاربردهای تجاری فازی:

مثال ۲: کنترل نحوه تعویض خودکار دنده

✓ این خودروی فولکس دنده اتوماتیک است و نحوه انجام تعویض دنده بسته به سبک رانندگی راننده توسط کنترل‌گر فازی به صورت sporty یا not sporty انجام می‌گردد.



نمونه‌هایی از کاربردهای تجاری فازی:

مثال ۳: نرم افزار MASSIVE

این نرم‌افزار مبتنی بر منطق فازی بوده و برای ایجاد صحنه‌های نبرد در فیلم lord of the rings ایجاد و استفاده شده است تا جلوه‌های تصویری مربوط به جمعیت تولید گردد.

در فیلم Avatar نیز از آن استفاده شده است.



نمونه‌هایی از کاربردهای تجاری فازی:

مثال ۴: ماشین لباسشویی



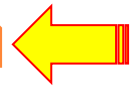
نمونه‌هایی از کاربردهای تجاری فازی:

مثال ۵: پلوپز



دستور کار این جلسه: مقدمه ای بر سیستم های فازی

- مفاهیم فازی و منطق در منطق فازی
- تاریخچه ی فازی
- نمونه هایی از کاربردهای تجاری فازی
- مثال های ساده ای برای کنترل مبتنی بر منطق فازی
- سیستم های فازی



مثال‌های ساده‌ای برای کنترل مبتنی بر منطق فازی:

مثال ۱: کنترل فن سیستم تهویه مطبوع

IF temperature is hot, **THEN** run fan at full speed.

IF temperature is warm, **THEN** run fan at moderate speed.

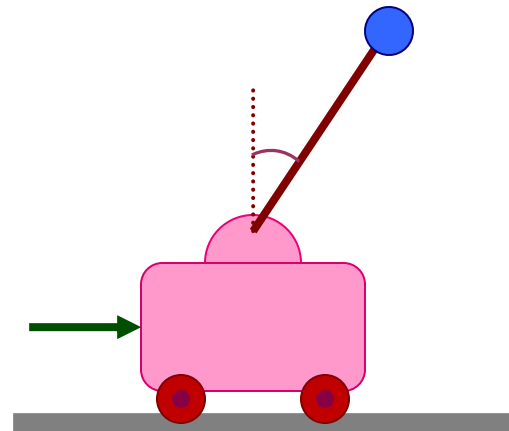
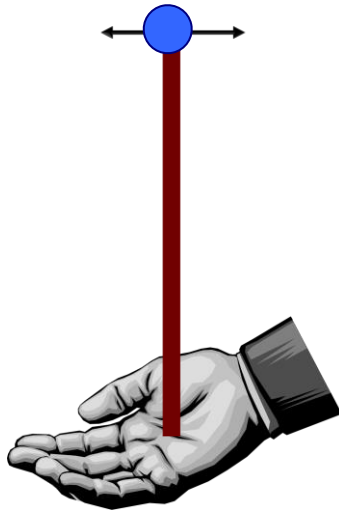
IF temperature is comfortable, **THEN** maintain fan speed.

IF temperature is cool, **THEN** slow fan.

IF temperature is cold, **THEN** stop fan.

مثال‌های ساده‌ای برای کنترل مبتنی بر منطق فازی:

مثال ۲: کنترل پاندول وارون



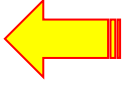
IF error is big negative **AND** angular velocity is zero, **THEN** velocity is big.

IF error is big negative **AND** angular velocity is big positive, **THEN** velocity is zero.

IF error is small positive **AND** angular velocity is small positive, **THEN** velocity is big positive.

...

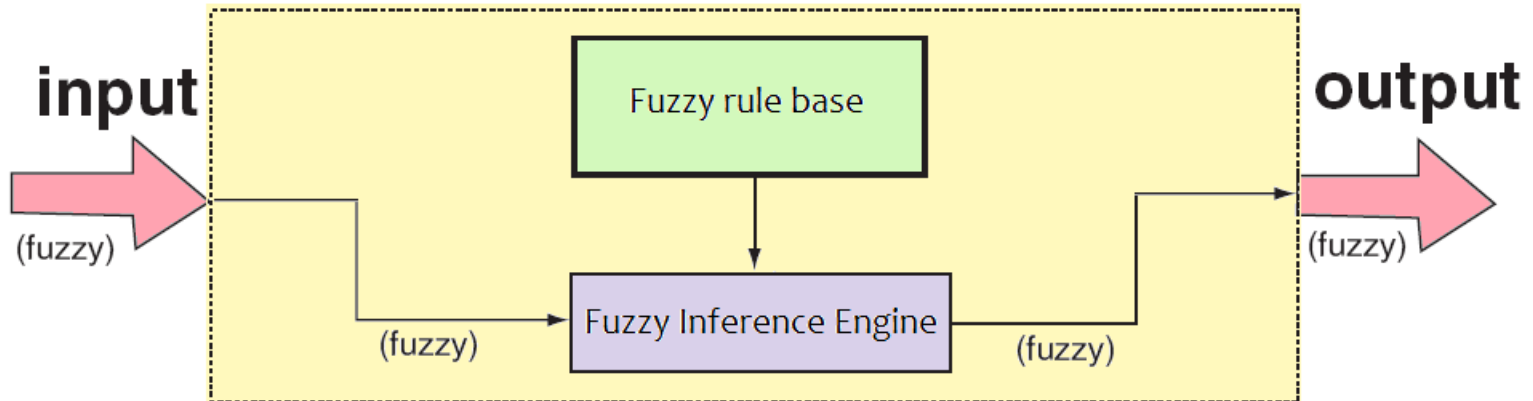
دستور کار این جلسه: مقدمه ای بر سیستم های فازی

- مفاهیم فازی و منطق در منطق فازی
- تاریخچه ی فازی
- نمونه هایی از کاربردهای تجاری فازی
- مثال های ساده ای برای کنترل مبتنی بر منطق فازی
- سیستم های فازی 

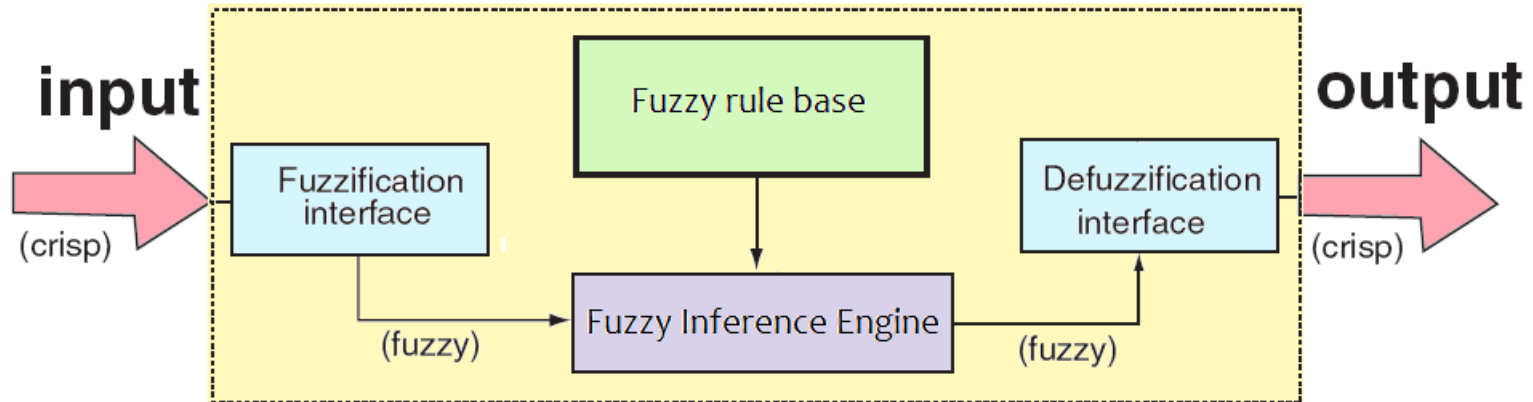
سیستم‌های فازي:

- سیستم فازي محض
- سیستم فازي (سیستم فازي دارای فازي ساز و نافازي ساز)
- سیستم فازي TSK

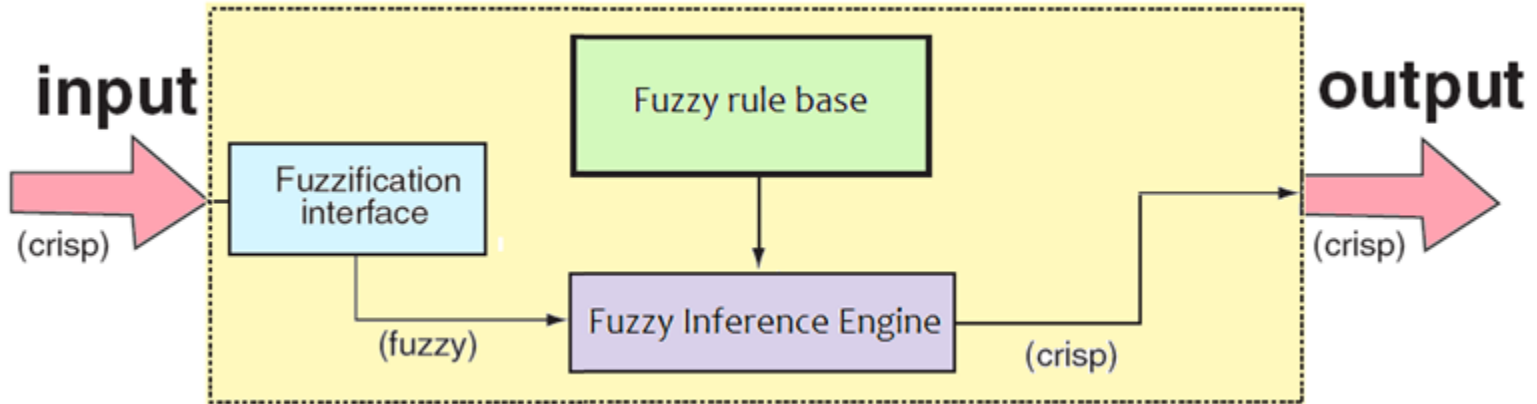
سیستم فازی محض:



سیستم فازی:



سیستم فازی TSK (Takagi-Sugeno_Kang):



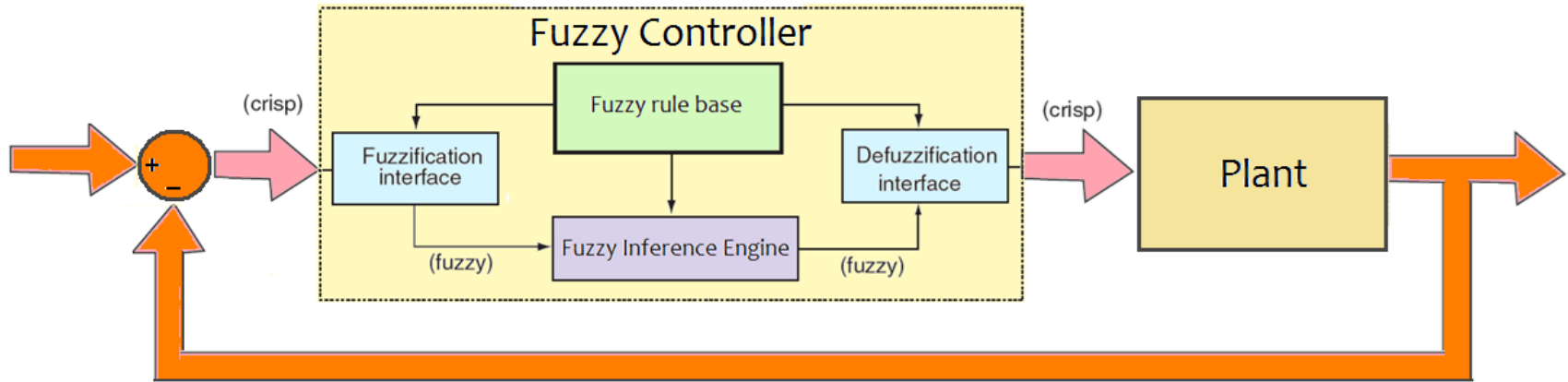
حوزه‌های کاربرد سیستم‌های فازی:

○ کنترل و مدل سازی

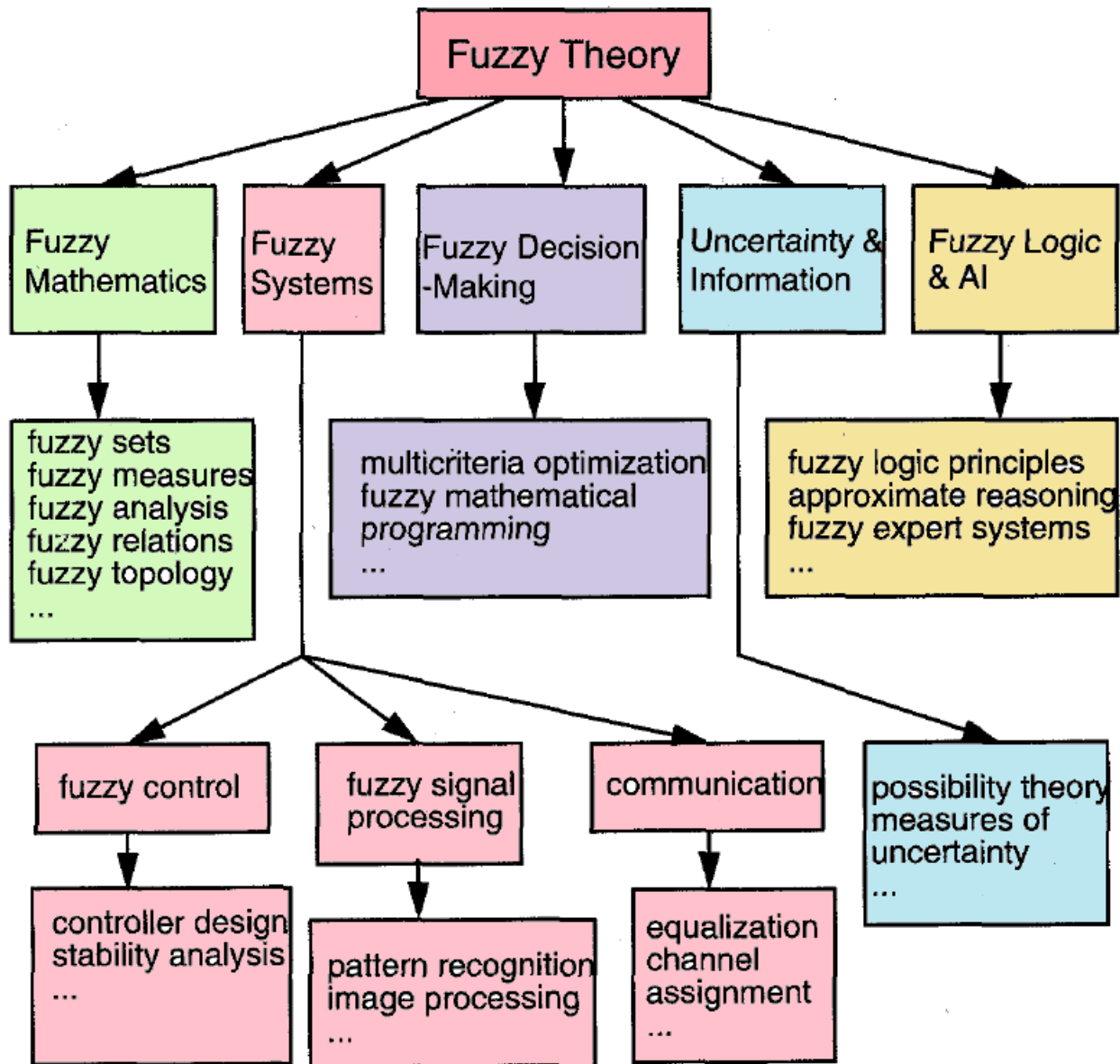
○ پردازش سیگنال

○ ...

کنترل فازی:



حوزه‌های مرتبط با فازی:



دستور کار این جلسه: مقدمه ای بر سیستم های فازی

- ✓ مفاهیم فازی و منطق در منطق فازی
- ✓ تاریخچه ی فازی
- ✓ نمونه هایی از کاربردهای تجاری فازی
- ✓ مثال های ساده ای برای کنترل مبتنی بر منطق فازی
- ✓ سیستم های فازی

QUESTIONS?



تاریخچه‌ی فازی:

۱۹۶۵

پرفسور زاده با چاپ مقاله‌ای به معرفی

مفاهیم مجموعه‌های فازی پرداخت.

اولین صفحه از این مقاله‌ی تاثیرگذار

در شکل روبرو مشاهده می‌گردد.

Fuzzy Sets*

L. A. ZADEH

*Department of Electrical Engineering and Electronics Research Laboratory,
University of California, Berkeley, California*

A fuzzy set is a class of objects with a continuum of grades of membership. Such a set is characterized by a membership (characteristic) function which assigns to each object a grade of membership ranging between zero and one. The notions of inclusion, union, intersection, complement, relation, convexity, etc., are extended to such sets, and various properties of these notions in the context of fuzzy sets are established. In particular, a separation theorem for convex fuzzy sets is proved without requiring that the fuzzy sets be disjoint.

I. INTRODUCTION