



جامعة الفرات الاوسط / المعهد التقني السماوة
قسم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات



المحاضرة الخامسة Introduction to Fuzzy logic

اسم المادة / الانظمة الذكية
المرحلة الدراسية / الثانية
العام الدراسي / ٢٠٢١ _ ٢٠٢٢

استاذ المادة / م.م. رويدة فاضل عبيد / م.م. تبارك علوان

مقدمة عن المنطق الضبابي :

يقدم المنطق الضبابي fuzzy-logic الإطار العام لحل مشكلة تمثيل المعلومات التقريبية أو غير المحددة تماماً ويوفر الآلية اللازمة لاستخدام هذه المعلومات والمعارف.

في عام 1965 كان العالم الإيراني لطفی زاده Lotfi Zadeh أول من طرح فكرة المنطق الضبابي (أو المنطق الترجيحي أو المنطق العائم أو المنطق المشوش). ويركز المنطق العائم على الاستنتاج من خلال التعبيرات والألفاظ اللغوية غير المحددة مثل: طويل، قصير، شاب. تدعى مثل هذه التعبيرات بالمتغيرات اللغوية أو المتغيرات الضبابية. فمثلاً عندما يقال: الشاب طويل فإنه قد أعطي المتغير «الشاب» القيمة «طويل»، وهي قيمة غير محددة تماماً في المنطق الكلاسيكي في حين يمكن إعطاؤها معنى في المنطق الضبابي وبالإمكان في المنطق الضبابي استنتاج معلومات عن متغير لغوي من متغير لغوي آخر مثل قول: «إذا كانت الأرض زلقة خُفِّف السرعة».

المعروف في المنطق الكلاسيكي أن المتغير يأخذ إحدى القيمتين $\{0, 1\}$ أي $\{F, T\}$ أي {False خطأ، True صح}، فإذا أخذت على سبيل المثال المجموعة الشاملة X وكانت A هي مجموعة جزئية من المجموعة X فإن أي عنصر من عناصر المجموعة الشاملة إما أن ينتمي إلى المجموعة الجزئية A أو لا ينتمي إلى هذه المجموعة. فإذا أخذت مجموعة أشخاص كمجموعة شاملة وأخذت مجموعة الأطفال الذين عمرهم ≥ 10 سنوات كمجموعة جزئية A من مجموعة الأشخاص، فإن الشخص إما أن ينتمي إلى مجموعة الأطفال A أو لا ينتمي، وبذلك يكون الشخص الذي عمره عشر سنوات ويوم واحد قد فقد طفولته فجأة.

يقدم المنطق الضبابي حلاً مناسباً لمثل هذه الحالات حيث يتم إسناد درجة للمتغير (عنصر المجموعة الشاملة) أي درجة انتماء من المجال الحقيقي $[0,1]$ بدلاً من المجموعة $\{0, 1\}$ يساعد على تحديد انتماء العنصر إلى المجموعة الجزئية، كأن يسند مثلاً للشخص الذي عمره 3 سنوات درجة انتماء لمجموعة الأطفال «0.8» والشخص في سن 10 سنوات درجة انتماء «0.4» وأما في سن 13 سنة درجة انتماء «0.1».

حقّق المنطق الضبابي تطورات كبيرة في شتى مجالات التطبيقات ، وقد استخدمت مفاهيمه في بناء أول فرن لصناعة الإسمنت في الدانمارك عام 1975. وما لبث أن تبعتها منتجات عدة تراوح بين آلات الغسيل وآلات التصوير فمكيفات الهواء الصناعية، والمضخات وكان لها تطبيقات مثلى في بناء الأنظمة الخبيرة خاصة الطبية.

من اللافت أن هذا العلم ومنذ البداية استحوذ على اهتمام كبير من قبل الصينيين واليابانيين، وتم تجاهله من قبل الولايات المتحدة الأمريكية والدول الأوروبية إلا أنه في أواخر الثمانينات من القرن العشرين حدثت تطورات كبيرة وظهرت أفكار عديدة في هذا الاختصاص، ما دعا الجميع للاهتمام به. وتتلاحق في الأونة الأخيرة المنتجات والابتكارات والأفكار الصناعية التي تعتمد على أفكار المنطق العائم أساساً لها.

الصفات الرئيسية المنطق الضبابي :

- 1- في المنطق الضبابي كل شيء يحظى بدرجة انتماء.
- 2- كل نظام منطقي يمكن أن يُنمذج في المنطق الضبابي.
- 3- تُترجم المعرفة في المنطق الضبابي كمجموعة من المتغيرات.
- 4- يتم عرض الاستنتاج على أنه معالجة منطقية لمجموعة موسّعة من الشروط المرنة.
- 5- سهولة الفهم والمرونة و السماحية.
- 6- نمذجة النظم اللاخطية.
- 7- التصميم بالاعتماد على الخبرة البشرية.

المجاميع الغموضيه : Fuzzy Sets

- في المجاميع الكلاسيكية (Classical Sets) ، تُحدّد عضوية العناصر بشكل دقيق وواضح
- فمثلاً ، مجموعة الأرقام السالبة تضم وبدون شك أرقاماً مثل -2 ، -17.2 ، .. وتستبعد (كذلك بدون مجال للشك) أرقاماً مثل $2+$ ، $7+$ ، $111.2+$
- في أحيان كثيرة ، تكون الأشياء التي نتعامل معها في مجالات الحياة المختلفة غير قابلة لهذا التصنيف الدقيق. فكيف نعرّف مثلاً مجموعة "الأرقام التي تكبر الصفر بكثير" ؟ ، أو مجموعة "درجات الحرارة العالية" ؟

• لتمثيل المتغيرات اللغوية والمجاميع غير الدقيقة ، طرح د. لطفي

زاده مفهوم المجموعة الغموضيّة Fuzzy Set

• تختلف المجموعة الغموضيّة عن المجموعة الكلاسيكية في أنها

تسمح لعنصر ما بالانتماء الجزئي (Partial Membership)

ويرمز لدرجة عضوية عنصر x للمجموعة الغموضيّة A بـ:

$$\mu_x(A)$$

• في حالة المجاميع الكلاسيكية تكون $\mu_x(A)$ ثنائية القيمة (1 في

حالة الانتماء وصفر في غير ذلك). أما في حالة المجاميع الغموضيّة

فبإمكانها أن تتخذ قيما بين الصفر والواحد

- لذا يمكن أن نعرّف، رياضياً، المجموعة الغموضيّة A كالتالي:

$$A = \{(x, \mu_A(x)) / x \in X\}$$

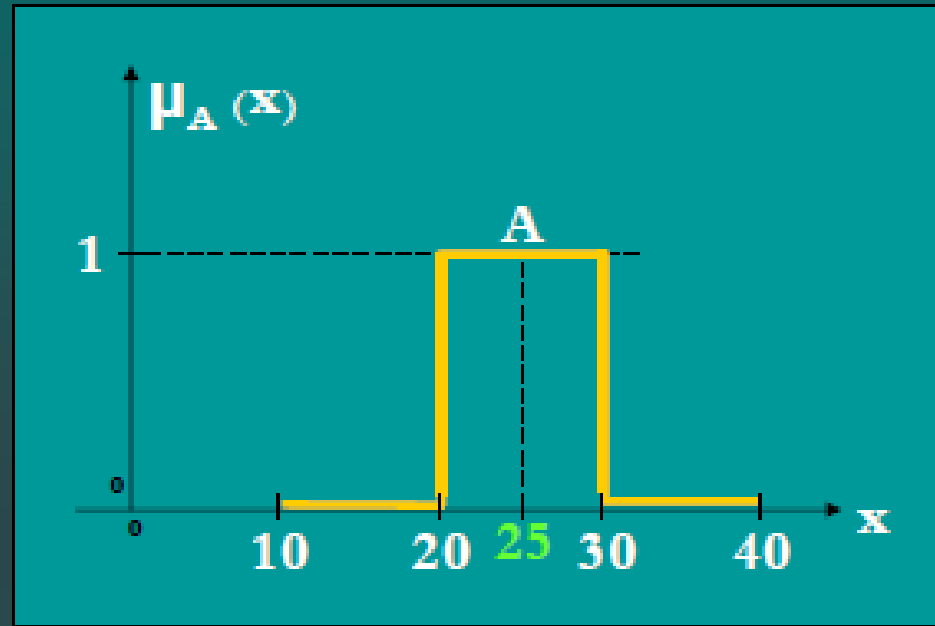
$$\mu_A(x) \in [0, 1]$$

- ويطلق على X مسمى المجموعة الشاملة (Universe of Discourse) وهي تمثل كل القيم المحتملة للمتغير x .

- لنأخذ مثلاً "درجة الطقس المعتدلة"، ولنفترض أن الدرجة المثالية هي 25 مع قبول كل القيم التي تكون بين 20 و 30 درجة على أنها تمثل قيمة لدرجة حرارة طقس معتدل
- في هذه الحالة تكون المجموعة A بالمفهوم الكلاسيكي ممثلة رياضياً كالتالي :

$$A = \{\text{كل درجات الحرارة ما بين 20 و 30 درجة}\}$$

المجموعة الكلاسيكية

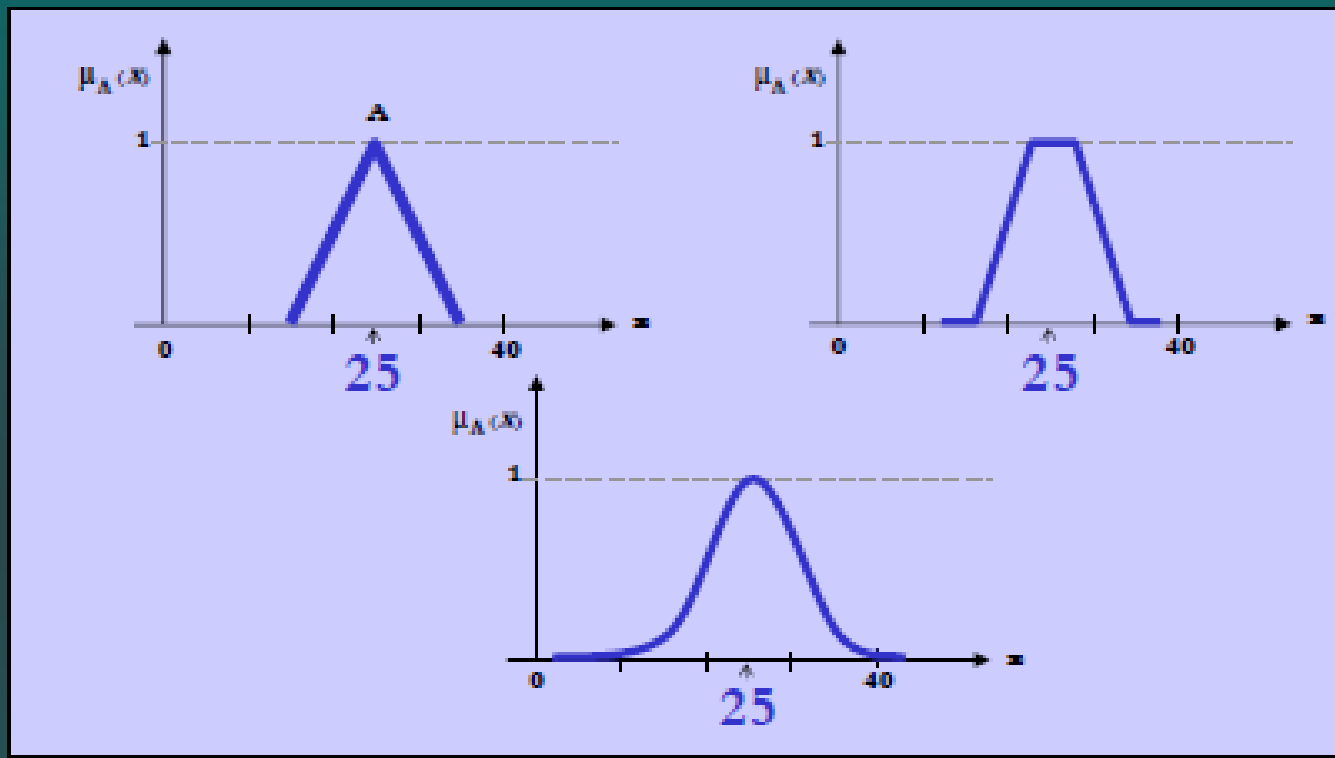


تنتهي كل الدرجات ما بين 20 و 30 لهذه المجموعة كليا و
تستقصى كل القيم الأخرى بما فيها 19.9 درجة و 30.1 درجة
والتي تعتبر حسب هذا المفهوم الكلاسيكي غير معتدلة (وهنا
يكون هذا المنطق غير منطقي)

- بمفهوم منطق الغموض يمكن تمثيل المجموعة A كالآتي:

$$A = \{\text{درجات حرارة الطقس المعتدلة}\}$$

- نختار المجموعة الشاملة للقيم المحتملة (X) لتتضمن درجات الحرارة من صفر إلى 40
- وبالتالي، تكون درجة انتماء القيمة 25 لهذه المجموعة واحد وتقل هذه الدرجة كلما ابتعدنا عن هذه القيمة
- يمكن تمثيل هذه المجموعة الغموضية بأكثر من طريقة



بعض المجاميع الغموضيية لتمثيل درجة حرارة الطقس المعتدل

مفهوم المتغير اللغوي: Linguistic Variable:

- في الرياضيات أو حتى في المنطق الكلاسيكي يكون المتغير عددياً (Numerical) وبالتالي تكون قيمه كميه
- أما في منطق الغموض فإن المتغيرات تحمل قيماً على شكل كلمات أو جمل من اللغة مثل "حار" ، "بارد" ، "سريع" ، "طويل" ...
- وتكمن أهمية المتغير اللغوي في أن الإنسان نجح في تلخيص المعلومات الكثيرة وتحليل الأنظمة المعقدة وإصدار القرارات الصعبة عن طريق استعمال اللغة وليس بالالتجاء إلى المتغيرات الكمية والعديّة

- لتوضيح هذا المفهوم لنأخذ مثلاً الحرارة (T) كمتغير لغوي. بإمكاننا عرض هذا المتغير على الشكل التالي:

$$T = \{\text{بارد جداً ، بارد ، معتدل ، دافئ ، حار ، حار جداً ، ...}\}$$

- ويتم تمثيل كل قيمة من هذه القيم اللغوية عن طريق مجموعة غموضية

- في هذا المثال يمكن أن نختار المجموعة الشاملة لتضم درجات حرارة من صفر إلى 60 درجة مئوية ، $X = [0 , 60]$

- وبذلك يمكن أن نستعمل المتغير اللغوي "بارد" ليمثل درجات حرارة أقل من 10 درجات و "معتدل" لدرجات الحرارة القريبة من 25 وهكذا

دالة العضوية Membership Function

- تستعمل دالة العضوية لتحديد كيفية انتماء أي عنصر من العناصر إلى المجاميع الغموضيّة
- والشروط الأساسي لهذه الدالة هو أن يكون مداها ما بين الصفر والواحد. أكثر الأشكال شيوعاً هي:
 - المثلثية (Triangular)
 - شبه المنحرفة (Trapezoidal)
 - الجرسية/الغاوسية (Gaussian)
- كما يمكن استعمال أي شكل آخر يفي بالغرض

لنختَر مثلاً فقط ثلاث دالات عضوية ونسميها "باردة"،
و"معتدلة"، و"ساخنة". مع ملاحظة أنه بالإمكان اختيار أكثر من
ثلاث دالات.



ثلاث دالات عضوية للحرارة

- من خلال الشكل نلاحظ أنه إذا كانت درجة الحرارة 15 درجة مئوية فإنها تصنف على إنها باردة بدرجة عضوية 0.7
- وفي نفس الوقت تصنف على أنها معتدلة بدرجة عضوية 0.3 وساخنة بدرجة عضوية صفر
- وبذلك يكون الانتقال من مجموعة غموضية إلى أخرى انتقالاً سلساً ومقبولاً

العمليات المنطقية Logical Operations

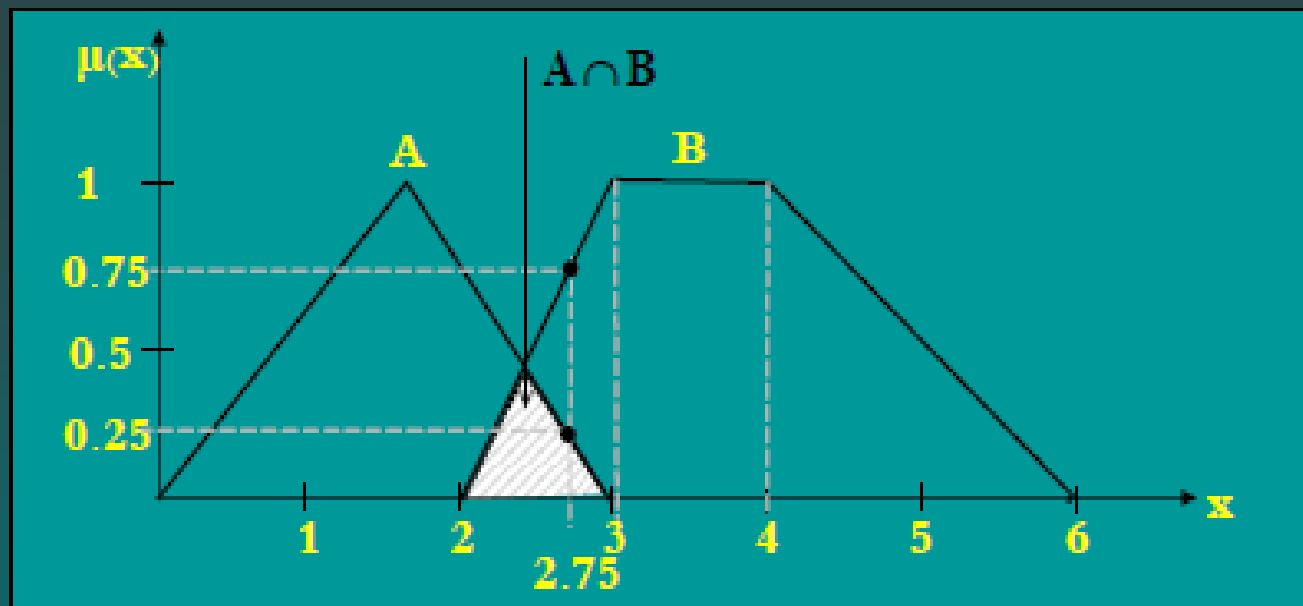
✘ لبناء نظام يعتمد على منطق الغموض (Fuzzy System)، نحتاج إلى عدد من العمليات المنطقية ✘
تحديداً ، هناك أربعة عمليات أساسية لمعالجة المتغيرات الغموضية وهي:

- التقاطع Intersection
- والاتحاد Union
- والتكملة Complement
- والدلالة Implication

التقاطع (Intersection)

$$\begin{aligned}\mu_{A \cap B}(x) &= \mu (A \text{ AND } B) \\ &= \min \{ \mu_A(x) , \mu_B(x) \}\end{aligned}$$

كمثال على ذلك ، لنأخذ الشكل التالي:



$$\mu_A(2.75) = 0.25$$

$$\mu_B(2.75) = 0.75$$

● من خلال الشكل نرى أن :

● وبالتالي :

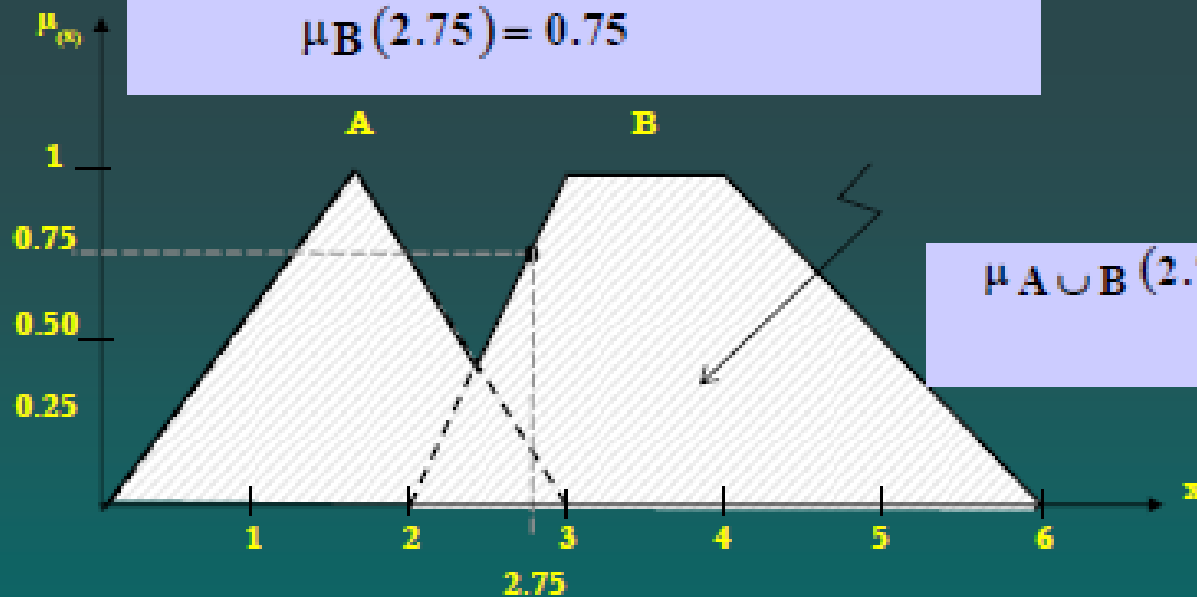
$$\begin{aligned}\mu_{A \cap B}(2.75) &= \min(0.25, 0.75) \\ &= 0.25\end{aligned}$$

الاتحاد (Union)

$$\begin{aligned}\mu_{A \cup B}(x) &= \mu(A \text{ OR } B) \\ &= \max \{ \mu_A(x), \mu_B(x) \}\end{aligned}$$

$$\mu_A(2.75) = 0.25$$

$$\mu_B(2.75) = 0.75$$

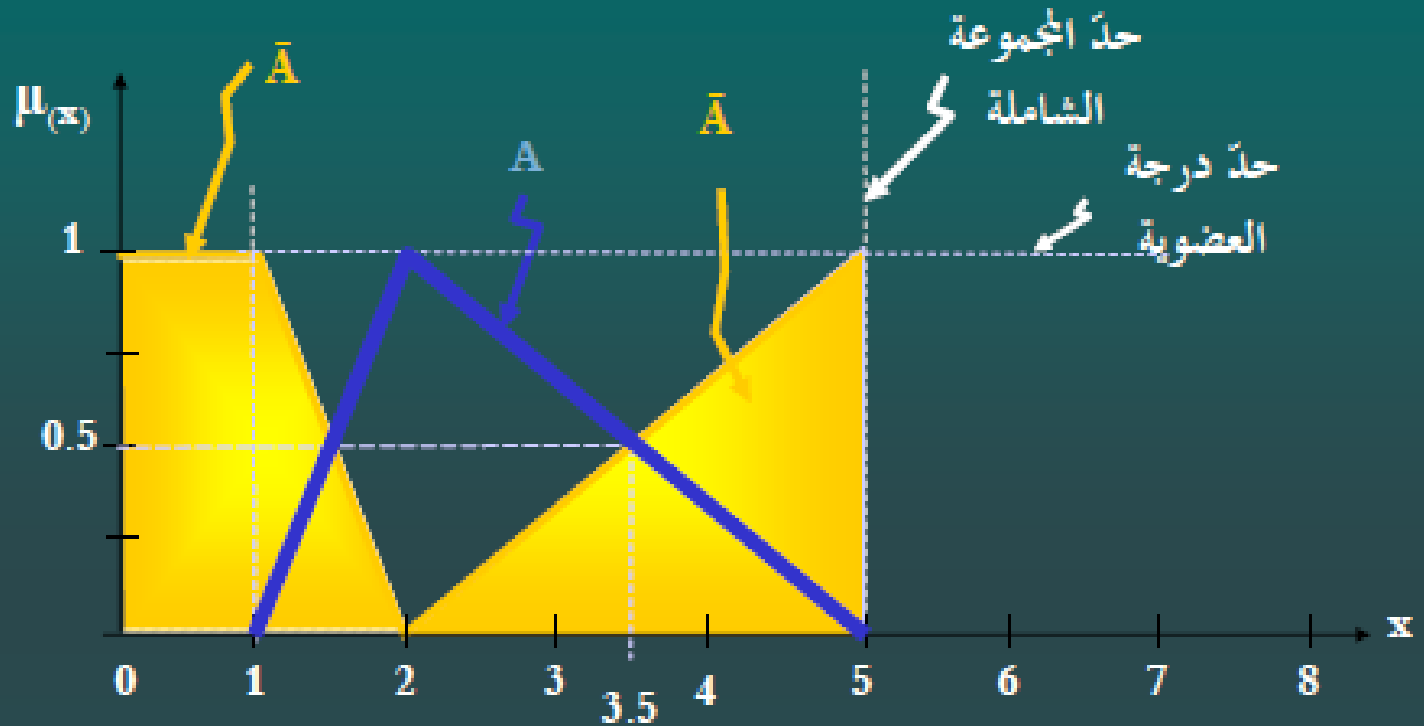


$$\begin{aligned}\mu_{A \cup B}(2.75) &= \max(0.25, 0.75) \\ &= 0.75\end{aligned}$$

التكملة (Complement)

- المراد بالتكملة هنا هو الجزء الذي يبقى خارجاً عن المجموعة الغموضيّة A رغم انتمائه للمجموعة الشاملة X
- ويُرْمَز لهذا الجزء بـ \bar{A}
- فبما أن درجة العضوية القصوى تساوي 1 فإن درجة عضوية أي عنصر من المجموعة الشاملة للمجموعة \bar{A} يساوي:

$$\begin{aligned}\mu_{\bar{A}}(x) &= \mu(\text{NOT } A) \\ &= 1 - \mu_A(x)\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 \mu_{\bar{A}}(3.5) &= 1 - \mu_A(3.5) \\
 &= 1 - 0.5 \\
 &= 0.5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \mu_{\bar{A}}(1) &= 1 - \mu_A(1) \\
 &= 1 - 0 \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

■ المجموعة الشاملة هي ما بين 1 و 5

الدّالة (Implication)

❖ الدّالة الغموضيّة هي عبارة عن مجموعة من القوانين أو العبارات الشرطيّة المكوّنة من "إذا كان كذا، إذا كذا"

❖ فالشّطر الأول من القانون يمثّل الشرط والشّطر الثاني يمثّل جواب الشرط أو الناتج

❖ كمثال على ذلك، لناخذ القانون التالي:

إذا (كانت درجة الحرارة متوسطة)

و (درجة الرطوبة منخفضة)

إذا (يعتبر الطقس معتدلاً)

في هذا القانون البسيط هناك ثلاث متغيرات غموضية. إثنان في شرط القانون وهما الحرارة والرطوبة والثالث في ناتج القانون وهو الطقس

كذلك هناك مجاميع غموضية لهذه المتغيرات وهي "متوسطة" ويرجع الوصف إلى درجة الحرارة، و "منخفضة" لوصف الرطوبة، و "معتدل" للحكم على حالة الطقس

إذا كانت لنا قيماً محدده لدرجة الحرارة ودرجة الرطوبة فسيحتاج قانون الدلالة إلى خطوتين لتحديد حالة الطقس

● في الخطوة الأولى يتم تقييم الشرط عن طريق تحديد مدى عضوية القيم المعطاه للمجاميع الغموضيه المذكورة واستعمال العمليات المنطقية السابقة (عملية التقاطع في هذه الحالة لوجود العطف "و")

● أما في الخطوة الثانية فيتم تقييم الناتج

● فإذا كان الشرط متوفراً بنسبة معينة ، يكون القرار صحيحاً بنفس النسبة

■ لنأخذ مثلاً أن درجة الحرارة تساوي **30** درجة مئوية ودرجة الرطوبة **40%**

■ ولنفترض أن درجة انتماء هذه الحرارة للمجموعة الغموضية "متوسطة" هي **0.8** وأن درجة انتماء الرطوبة للمجموعة الغموضية "منخفضة" هي **0.6**

■ وبما أن الـ **"و"** تفيد التقاطع ، فإن الشرط متوفر بدرجة عضوية **0.6** وبذلك تكون درجة انتماء الطقس للمجموعة الغموضية "معتدل" كذلك **0.6**

شكرا لأصغائكم