دور المعرفة في أنظمة اتخاذ القرار*

م. معين قاسم** د. نديم شاهين***

الملخص

نقترح في هذه المقالة طريقة مبنية بشكل أساسي على نظرية البيّنات لمعالجة المعلومات الهجينة بأنواعها المختلفة الكمية والنوعية والترتيبية والثنائية .. إلخ، مع تنوع عيوبها مثل عدم الدقة والغموض والاحتمالية والضياع، .. الخ، مع عدِّ التعارض الناتج عن مصادرها المختلفة في الأنظمة الأمنية بهدف استنباط المعارف واتخاذ القرارات ابتداءً من عناصر المعطيات الناتجة عن المصادر (الحساسات)، وذلك بالاعتماد على قواعد الحالات Case bases التي تحتوي على حالات أمنية مسبقة اتخذت قرارات مناسبة لكل منها، ومن ثمَّ يمكن لهذه القواعد أن تشكل مصدراً إضافياً للمعلومات مع الحساسات ومصادر المعلومات الأخرى بهدف تحسين فهم النظام وأدائه. ستُشرح الطريقة المقترحة بمثال رقمي توضيحي بالتفصيل لفهم الأساس الرياضي للموديل الرياضي المقترح.

الكلمات المفتاحية : نظام أمني، نظرية البيّنات، هجانة وعيوب المعلومات، قاعدة الحالات، اتخاذ القرار، درجة المصداقية، درجة المعقولية، احتمال المراهنة.

* أعد البحث في سياق رسالة الدكتوراه للمهندس معين قاسم بإشراف الأستاذ الدكتور نديم شاهين .

** طالب دكتوراه في قسم الهندسة الالكترونية والاتصالات- كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة دمشق

*** أستاذ في كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية جامعة دمشق .

1- مقدمة :

يسعى الإنسان بدأب في تحقيق الكمال والتمام في مظاهر حياته كلّها مع معرفته التامة بأن ذلك هدف صعب المنال، ففي المجال الأمني وهو اهتمامنا في هذا البحث، قد ينجح المرء في إيجاد طريقة ما تكون فعالة للمراقبة الأمنية لكشف المخربين ومراقبتهم، لكنه سرعان ما يكتشف أن هناك مؤثرات جانبية لم تؤخذ بالحسبان وتتسبب بمشكلات جانبية مختلفة، فقد يسبب نظام المراقبة الأمنية المباشرة ON- Line CCTV Observation System في منطقة ما القلق من اقتحام الخصوصية لأناس خارج نطاق الاهتمام الأمني في المنطقة المراقبة ويؤدي ذلك إلى خلق مشكلات لم تكن بالحسبان .

وهذا مثال آخر على نشوء مشكلة جديدة جراء وضع حلول أمنية (وضعت في تقاطعات شوارع دمشق مؤخراً أجهزة تنبيه صوتي لتنبيه العميان على إمكانية قطع الطريق عند الإشارة الحمراء وتوقف السيارات، ولكن ذلك أقلق راحة السكان خصوصاً في ساعات النوم).

وبشكل عام يمكن القول: إنَّه في مجال معالجة المعطيات والمعلومات واستنباط المعرفة نجح الإنسان في إيجاد وسائل مختلفة لاكتساب المعطيات (رادار، ليزر، آلات تصوير،...) وأوجد دعائم شتى لتخزينها (... NVR, DVR,)، كما تمكن من المشاركة بها وإرسالها بسرعات عالية عن طريق (شبكات، اتصالات ضوئية، ... الخ).

لكن أمام هذا الكم الهائل من المعلومات وقف الإنسان الذي أضحى غنياً بالمعطيات فقيراً بالمعرفة عاجزاً حائراً أمام معالجتها واستخراج المفيد منها وتسخيرها في خدمته .

فمثلا يمكن لصاحب القرار الأمني أن يجد كل ما يلزم من معلومات عن موقع مراقب أمنياً من خلال العديد من المعطيات، لكن في الحقيقة غالباً ما يحتاج هذا الشخص إلى ما هو أبعد من ذلك، وهو العلاقة بين هذه المعطيات وتأثيرها في الموقع أو في الأشخاص ضمن المجال الخاضع للمراقبة، وكلما كانت سمات هذه المعطيات وعدد الملفات المعالجة أكبر، تعاظمت الحاجة إلى إيجاد وسائل فعالة ومبتكرة لاستخلاص المعارف والوصول إلى الحكمة في اتخاذ القرار.

انطلاقاً من هذه الحاجة، نشأ واستثمر علم تنقيب المعطيات وكشف المعارف Data Mining and Knowledge Discovery وتطور بمختلف طرائقه وخوارزميات تقاناته [1].

وفي بحثنا هذا، وضمن مفهوم الأمن المتكامل سوف نتكلم عن دور البيانات Data ودور المعلومات Information ودور المعرفة Knowledge ضمن إطار النظام الأمني المتكامل الذي يشتمل على الاحتمالات كلّها في معالجة الحالات الأمنية المدروسة مع الأخذ بالحسبان النظريات الحديثة في تقدير الدقة في سلامة المعرفة وموثوقية اتخاذ القرار للحماية من الأخطار الأمنية المتوقعة، مع دراسة رياضية وفقاً لنظريات المعرفة والموثوقية .

2- مفهوم البيانات والمعلومات والمعرفة وصولاً إلى الحكمة:

تبعاً لـ [2] يمكن تعريف المعطيات، والمعلومات، والمعرفة وفقاً للآتي:

المعطيات Data: بيانات تمثل برموز ويشير مفهومها إلى مجموعة من الحقائق التي تأخذ شكل (أرقام أو رموز... الخ) ليس لها معنى حقيقي ولا تؤثر في سلوك المتلقي.

المعلومات Information : هي البيانات أو الرموز بعد ترتيبها ومعالجتها لتصبح ذات معنى وتؤثر فيمن يتلقاها، وتعدُّ البيانات هي المادة الخام لإنتاج المعلومات .

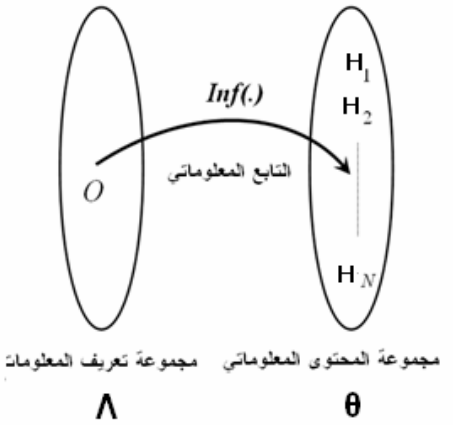
المعرفة Knowledge : هي مجموعة المعلومات مضافاً إليها المعنى الدلالي، ويمكن تعريفها بأنها هيكل الحقائق والمفاهيم الإنسانية المتراكمة. ولابدَّ لنا من أن نميّز بين "المعرفة" و"المعلومات"، فمع عدم وضوح الحدود الفاصلة بين المصطلحين، إلا أنهما ليسا وجهين لعملة واحدة ، فالمعلومات هي ما ينتج من معالجة البيانات التي تتوالد في البيئة وهي تزيد مستوى المعرفة لمن يحصل عليها؛ وهذا يعني أن المعرفة هي أعلى شأناً من المعلومات، فنحن نسعى للحصول على المعلومات لكي نعرف (أو نزيد معارفنا) وبكلمات أخرى فالمعرفة هي المعلومات التي نمتلكها امتلاكاً يؤهلنا لاستخدامها مباشرة.

وفقاً لذلك يمكن أن نستنتج بأن المعرفة تحتاج إلى المعلومة Knowledge needs information أي عندما نحصل على المعلومات ونعالجها من خلال الخبرة والحكمة الإنسانية تتكون لدينا المعرفة، ونتمكن من ثمَّ من اتخاذ القرار السليم لأي نوع من الأعمال وخصوصاً في المجالات الحساسة مثل المجالات الأمنية، وإن أعلى مراحل المعرفة هي الحكمة وهي التي يجب أن يتسلح بها صاحب القرار، وهذا موضح في الشكل التصوري (الشكل 1) .

الشكل (1): هرم المعرفة بدءاً من البيانات Data فالمعلومات Information فالمعرفة Knowledge حتى الوصول إلى الحكمة .

3- نمذجة عناصر المعلومات وتوصيفها Information Elements Modeling and Characterization :

يعرَّف العنصر المعلوماتي رياضياً بأنه تابع معلوماتي معرف بواسطة نموذج أو موديل فيزيائي يربط مجموعة تعريف المعلومات Λ التي تتضمن الأغراض الواجب وصفها بمجموعة المحتوى المعلوماتي θ التي تمثل الطريقة التي تصف المعلومة الشكل (2) [2].



الشكل (2): المخطط العام لتركيب العنصر المعلوماتي

مثال توضيحي لمفهوم العنصر المعلوماتي:

إن الرقم /40/ يمثل عنصر معطيات Data Element ولكن نظراً إلى رقم مجرد يمكن أن يعني الطول أو الوزن أو الحجم أو المساحة ...الخ لكن إذا قلنا /40/ درجة سلسيوس، نعلم أننا نتكلم عن درجة حرارة . وإذا حددنا وصفا للنموذج الفيزيائي، بأن نقول: إنَّ درجة الحرارة في مدينة دمشق هي /40/ درجة سلسيوس فإن مفهوم درجة الحرارة يوضح أكثر، ويتكون لدينا عنصر معلومات Information Element .

ومن خلال المعرفة بالمقارنة زمنياً وفصلياً يمكن أن نصل إلى تقرير معرفي بأن الحرارة في مدينة دمشق في مثل هذا الوقت من العام تعدُّ مرتفعة أو مقبولة، وذلك من خلال الخبرة لدى الشخص المتلقي لعنصر المعلومة

المذكور؛ لذلك حسب الموقع يمكن اتخاذ رد فعل معين مثلاً تشغيل مكيف، و هذا يعني أنه قد أصبح لدينا نظام كامل من المعطيات والمعلومات والمعرفة واتخاذ القرار. لذلك تهدف دراسات تنقيب المعطيات واستخراج المعلومات البحث عن عناصر معرفة Knowledge Elements ممثلة بشكل قواعد وشبكات، أو منحنيات بيانية بدءاً من عناصر المعلومات المشكلة من عناصر المعطيات .

إن ابتكار أي طريقة أو خوارزمية في مجال تنقيب المعطيات تحتاج إلى فهم عناصر المعلومات، وهناك ثلاثة محددات أساسية لتوصيف أي عنصر معلومات [2-3]:

3-1- الشمولية Exhaustiveness:

نقول: إنَّ عنصر المعلومات شامل exhaustive إذا كانت مجموعة المحتوى المعلوماتي له θ متضمنة لكل الحلول الممكنة للمسألة المعالجة :

$$\theta = \{H_1, H_2, \dots, H_n\}$$

إذْ H_n تمثل عنصراً من مجموعة المحتوى المعلوماتي (أحد الحلول ذو الترتيب n) .

مثلاً : لمعرفة نوع الإنذار المستقبل من حساس نعدُّ { إنذاراً حقيقياً، إنذاراً كاذباً } = θ مجموعة شاملة لأنها تتضمن الحلول الممكنة كلّها.

في تجربة رمي حجر النرد تعدُّ {6، .....،2،1 } =θ مجموعة شاملة أيضاً لاحتوائها الإمكانيات المتوقعة كلّها.

3-2- الحصرية Exclusiveness :

نقول: إنَّ عنصر المعلومات حصري exclusive عندما نجد حلاً وحيداً له في θ كما هو الحال في تعيين حالة الإنذار وفي حالة رمي حجر النرد فالإنذار قد يكون حقيقياً أو كاذباً، والنتيجة في لعبة النرد هي واحدة من ستة أرقام ممكنة إذْ لا يمكن أن نحصل على رقمين مختلفين في الرمية الواحدة، أي يوجد محتوى معلوماتي واحد مترابط مع كل عنصر معلوماتي.

3-3- قوة الربط Linkage Strength:

نقول: إنَّ قوة ربط عنصر معلومات هي قوة ثنائية Binary إذا كانت نتيجة التابع المعلوماتي بين الغرض الموصوف ومحتواه هي واحد أو صفر، فالإنذار الحقيقي مثلاً له قوة ربط مساوية لـــ (1) مع الحالة "صح" و(0) مع الحالة "كاذب"، أما إذا كان لدينا قوى ربط مختلفة مع عناصر مجموعة المحتوى المعلوماتي كما هو الحال في نظرية المجموعات العائمة Fuzzy Sets Theory [5] فإن قوة الربط تعتمد على مدى الاحتمالية أو الإمكانية أو المصداقية ويمكن فهم أو إيجاد طرائق وحلول أية مسألة معالجة معلومات كحساب التشابه مثلاً من خلال دمج المعلومات وتعرّف الأشكال... الخ، أي من خلال فهم هذه العناصر الثلاثة البسيطة.

4- عيوب عناصر المعلومات وهجانتها:

Information Imperfection and Heterogeneity

هناك نوعان من عيوب المعلومات Information Imperfection :

- عدم اليقين Uncertainty .
- الغموض Ambiguity .

في النوع الأول عدم اليقين Uncertainty : تكون عناصر المعلومات شاملة وحصرية مع درجة ربط منطقية، وتحل هذه المسائل باستخدام نظرية توابع التصديق أو الاحتمالات [3-4] أو الإمكانيات. وفي هذا النوع فإن معرفة المحتوى المعلوماتي لعنصر المعلومات قد تعطى:

I. من خلال مجموعة جزئية من θ وتسمى عندها معلومات غير دقيقة imprecise information.

مثال: من خلال مراقبة شخص يمكن أن نحدد طوله بشكل تقريبي بين 170 و180 سم، من الأكيد أن لهذا الشخص طولاً واحداً وحيداً لكن لا نعرفه فأعطي قوة

ربط مساوية للواحد للأرقام جميعها بين 170 و 180 وقوة ربط مساوية للصفر لباقي العناصر .

II. من خلال توزيع احتمالي: عندها قوة الربط بين غرض الوصف والمحتويات المعلوماتية جميعها في θ تمثل بقوة احتمال مجموعها مساوٍ لـــ (1) وتسمى المعلومات بالمعلومات الاحتمالية Probabilistic Information

III. من خلال توزع كتل بيّنات Evidence Masses على عناصر جميعها θ أو اي مجموعة جزئية منها .

النوع الثاني من العيوب ويتمثل في الغموض Ambiguity: حيث تكون عناصر المعلومات شاملة لكن غير حصرية إذْ يمكن ربط أي غرض بأكثر من محتوى معلوماتي باستخدام قوى ربط مختلفة، مثلاً يمكن أن يأتي من الموقع المراقب أمنيا ذاته نوعان من الإنذارات أو أكثر في الوقت نفسه، تحل مشكلات هذا النمط حصراً باستخدام نظرية المجموعات العائمة [5] .

فضلاً عن عيوب المعلومات، فإن عناصر المعلومات يمكن أن تكون هجينة (كمية quantitative أو نوعية qualitative أو ترتيبية ordinal حسب طريقة الوصف المستخدمة في θ (مجموعة المحتوى المعلوماتي)، ويبيّن الجدول (1) تلخيصاً لعيوب المعلومات :

من أجل ضمان شمولية أي طريقة تنقيب معطيات، يجب أن تكون الطرائق المقترحة قادرة على حل المشكلات السابقة جميعها ضمن إطار واحد متجانس .

الجدول (1) تلخيصاً لعيوب المعلومات (عدم اليقين والغموض)

	عيوب المعلومات	
الموديل الرياضي	**عدم اليقين**	**الغموض**
خصائص عنصر المعلومات	شامل+حصري+ ربط ثنائي	شامل+ غير حصري + ربط غير ثنائي
مثال	تحديد هل كان الإنذار حقيقياً أم مزيفاً	تحديد نوع الإنذار الواجب تفعيله من مجموعة الإنذارات الممكنة إذْ يسمح بعمل عدة إنذارات في آن معا
النظريات المستخدمة	نظرية توابع التصديق نظرية الإمكانيات نظرية الاحتمالات	نظرية المجموعات العائمة
الهدف	إيجاد المحتوى المعلوماتي الوحيد في θ	دمج المعايير باستخدام الأدوات المتاحة في نظرية المجموعات العائمة

5- تابع التصديق الأساسي *m* وأدواته :

على غرار تابع الاحتمال، يعرف تابع التصديق الأساسي m المرمز بـــ (BBA) (Basic Belief Assignment) كما يأتي [6] :

$$m : 2^{\theta} \rightarrow [0,1]$$

تابع منطلقه مجموعة القوى Power Set ومستقره المجال من الصفر إلى الواحد ويحقق الشرطين الآتيين:

$$m(f) = 0 \qquad (1)$$

$$\sum_{X \in 2^{q}} m(X) = 1 \qquad (2)$$

الشرط الأول: ينص على أن الكتلة المسندة للمجموعة الخالية Φ معدمة.

الشرط الثاني : ينص على أن المجموع الكلي للكتل البينية المعطاة لكل مجموعة جزئية X من مجموعة المحتوى المعلوماتي يساوي الواحد .

حيث 2^{θ} وترمز أحياناً بـــ $\rho(\theta)$ تسمى مجموعة القوى وتشمل المجموعات الجزئية المحتواة في θ جميعها.

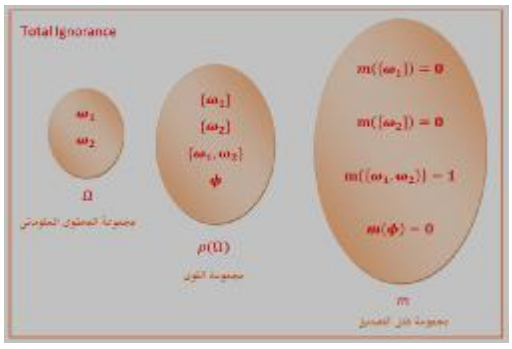
كل مجموعة جزئية من $\rho(\theta)$ كتلتها لا تساوي الصفر تدعى عنصراً بؤرياً focal element . في حالة الجهل التام:

1. تُسند الكتلة الواحدية للاعتقاد كاملة لمجموعة المحتوى المعلوماتي θ أي إنَّ : $m(\theta) = 1$
2. وتسند كتل اعتقاد معدومة إلى كل مجموعة أخرى محتواة في مجموعة القوى

$$m(X) = 0 \ \forall X \in \rho(\theta)/\{\theta\}$$

ومن ثمَّ يبقى شرطا التعريف محققين.

في الشكل(3) مثال عن حالة الجهل المطلق لمجموعة محتوى معلوماتي مؤلفة من عنصرين :



الشكل (3) مثال عن حالة الجهل المطلق لمجموعة قرارات مؤلفة من قرارين إذْ تسند الكتلة الواحدية للاعتقاد كاملة إلى هذه المجموعة

انطلاقاً من هذا التابع نعرف ثلاث أدوات أساسية لتابع التصديق:

I. مصداقية المجموعة *belief function A* المحتواة في θ:

إن مصداقية أية حادثة A من θ تعطى بالكتلة الأصغرية للاعتقاد بتحقق هذه الحادثة :

$$\mathrm{Bel}(A) = \sum_{B \in 2^{\Theta}, B \subseteq A} m(B) \qquad (3)$$

إذْ تمثل $Bel(A)$ مصداقية المجموعة A . أي نقوم بجمع كل مجموعة B محتواة تماماً في المجموعة A التي نحسب مصداقية حدوثها.

II. معقولية المجموعة*(A) plausibility function* المحتواة في θ :

معقولية أية حادثة A تعطى بالكتلة الأعظمية للاعتقاد بتحقق هذه الحادثة

$$\mathrm{Pl}(A) = \sum_{B \in 2^{\Theta}, B \cap A \neq \emptyset} m(B) = 1 - \mathrm{Bel}(\bar{A}) \qquad (4)$$

إذْ تمثل $Pl(A)$ مصداقية المجموعة A . أي نقوم بجمع أي مجموعة B تحتوي على عنصر مشترك مع المجموعة A التي نحسب مصداقية حدوثها.

III. احتمال المراهنة :

من أجل التعامل مع الاحتمالات يجب البحث عن توزع احتمالي منسجم مع الشرط

$$Bel(A) \leq \mathrm{Pr}(A) \leq Pl(A)$$

إذْ تمثل $Pr(A)$ احتمال حدوث A .

من أشهر التوزيعات المقترحة هو احتمال المراهنة [2] [6] [4] الذي يعطى كما يأتي:

$$P\{A\} = \sum_{X \subseteq \Theta} \frac{|X \cap A|}{|X|} \frac{m(X)}{1 - m(\emptyset)} \qquad (5)$$

$|X|$ عدد عناصر المجموعة.

$m(X)$ تمثل تابع التصديق الأساسي للمجموعة X الذي عرفناه في بداية هذا المقطع.

A تمثل المجموعات وحيدة العنصر من مجموعة القوى.

كما نلاحظ في المعادلة السابقة، تشارك في احتمالات الافتراضات الوحيدة العنصر singletons والمرمزة هنا بـــ (A) الكتل البيناتية للمجموعات التي تحوي هذا العنصر والمرمزة بـــ (X) .

<u>ملاحظة</u>: لا يمكن أن تكون $X=\emptyset$ لأنه لا يمكن للمجموعة الخالية أن تحتوي إلا نفسها ومن ثمَّ لا تستطيع احتواء أي مجموعة أحادية العنصر A .

6- دمج المعلومات واتخاذ القرار:

من أجل دمج كتل البينات الصادرة من حساس مع كتل البينات الناتجة عن حساس آخر يوجد عدد كبير من قواعد الدمج التي تختلف في توزيع كتلة التعارض المرمزة بـــ k_{12} بين الحساس الأول والثاني الذي يعطى بـــ [7] [4] :

$$k_{12} = \sum_{\substack{X_1, X_2 \in G^\Theta \\ X_1 \cap X_2 = \emptyset}} m_1(X_1) m_2(X_2) \qquad (6)$$

ومن أشهر هذه القواعد[4]

قاعدة دامستر- شافر، قاعدة سميث، قاعدة ياجر، قاعدة ديبوا وبراد. ويوجد بالطبع طرائق أخرى أكثر شمولية لكن أكثر تعقيداً وأكثر دقة بالنسبة إلى توزيع كتلة التعارض مثل نظرية الدمج المعطاة بواسطة ديزيرت ــ سماندرش Redistribution ذات خمس نسخ [8-7]، والـــ PCR6 (النسخة السادسة) التي طُوِّرَت من قبل أرنو مارتا وأوسولد في فرنسا لإعطاء دقة أفضل عند اتخاذ القرار [8] .

7- النظرية المقترح استخدامها لاستنباط المعرفة واتخاذ القرار في النظام الأمني المتكامل :

في مجال الأمن المتكامل يجب البحث عن طرائق سريعة ومجدية لاتخاذ القرار الذي يعتمد على المعلومات والمعرفة والحكمة ومن خلال دراسة العديد من النظريات التي تضع احتمالات رياضية لحلول أمنية قمنا **باختيار نظرية توابع التصديق** belief function [4] theoryلاستنباط المعرفة في النظام الأمني المتكامل.

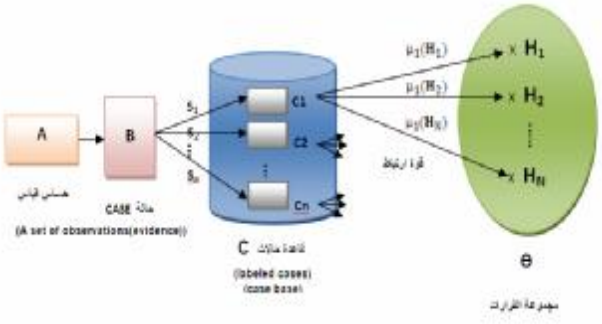
وفيما يلي سنبين الحل الرياضي وفقاً لنظرية توابع التصديق في استنباط المعرفة لنظام أمني لحالة أمنية مفترضة وذلك بالاعتماد على قاعدة حالات case base تحتوي على حالات أمنية مسبقة معروفة الحل واستخدامها لإيجاد القرار لحالة أمنية حالية (**اقتُرِحَ هذا المثال وحُلَّ من قبلنا**):

- **الفرض**:

الحساس A مصدر المعلومات يقدم ضمن إطار النظام الأمني المتكامل معلومات تدل على حرارة أو صورة لشخص أو موقع.... الخ يعرف بالحالة (B) شكل (4):

- **الطلب**:

استنباط المعرفة واتخاذ القرار ضمن إطار مجموعة القرارات الممكنة بالاعتماد على قاعدة الحالات Case base المسبقة التعريف إذْ إنَّ القرار المرتبط بكل حالة في هذه القاعدة معرف بواسطة قوى الارتباط .



الشكل (4) الشكل التصوري العام لاستنباط المعرفة واتخاذ القرار .

- **الحل**:

بفرض أنَّ لدينا حساسات قياس (النظام A) التي تزودنا بعنصر حالة معينة (النظام B) عنصر الحالة يتألف من مجموعة من الملاحظات والمعلومات الملتقطة والمزودة من النظام *A* . مثلاً الشروط الخارجية مثل الحرارة، والرطوبة، .....الخ .

بناءً على الوصف والمعطيات الموجودة والموصوفة في *B* نريد أن نتخذ قراراً من مجموعة المحتوى المعلوماتي Θ إذْ $\Theta = \{H_1, H_2, \dots\dots, H_N\}$.

سيُتَخذُ القرار بالاعتماد على مجموعة حالات (case set) ممثلة بقاعدة بيانات تحتوي على مجموعة من الحالات المعروفة الحل (المرتبطة مسبقاً بقرار) [10]. فمثلاً عنصر الحالة الأول C_1 معرّف مسبقاً، وقوة ارتباطه مع كل قرار ممكن معروفة وممثلة بدرجات الربط أو قوى الربط التي ترمز ب μ عادةً

$$\{\mu_1(H_1), \mu_1(H_2), \dots\dots, \mu_1(H_N)\}$$

$$\sum_{i=1}^{N} \mu_1(H_i) = 1 \qquad (7)$$

إذْ $\mu_j(H_i)$ تمثل قوى ارتباط أو انتماء العنصر ذي الترتيب *j* من مجموعة الحالات بالقرار أو الصنف H_i من مجموعة المحتوى المعلوماتي إذْ تراوح *i* بين الواحد و *N* التي تمثل عدد القرارات التي يمكن اتخاذها . تحدد عادة قوى الربط أو الانتماء بين كل حالة ومحتواها المعلوماتي من قبل الخبير الذي بنى قاعدة التدريب أو التعلم *learning or training set* وفي بعض الأحيان يتم إسنادها بواسطة أنظمة وطرائق آلية كاستخدام الشبكات العصبونية مثلاً .

تكون في الحالات العادية البسيطة كل حالة مرفقة مع قرار وحيد مع درجة ربط مساوية للواحد لكن من أجل شمولية الحل سنعدُّ الحالة العامة التي تنتمي فيها كل حالة إلى محتوى معلوماتي بدرجة قوة مختلفة تأخذ أية قيمة بين الصفر والواحد حيث يشير الصفر إلى عدم الانتماء نهائياً للمحتوى المعني في حين يشير الواحد إلى الانتماء الكلي والأكيد.

لإيجاد القرار اللازم المرتبط بعنصر حالة *B* غير معروف الحل المعطى في اللحظة (*t*)، يُحسَبُ التشابه similarity measuring بين الحالة (مجموعة الملاحظات) المعطاة بالحساس وبين كل عنصر حالة في قاعدة الحالات المعروفة الحل. نرمز للتشابه بالرمز *S* .

كل عنصر حالة (مثل C1) مثلاً يقوم بدور شاهد (Evidence element) أو مصدر معلومات، فبالاعتماد على تشابه الحالة (النظام B) معه يقوم بإسناد قرار مناسب ملازم له من مجموعة المحتوى المعلوماتي [9-10].

فإذا كانت B عالية التشابه معه (مع C_1) فهناك احتمال عالٍ لأن يتم اتخاذ قرار من Θ مشابه تماماً للقرار المرتبط به (بـــ C_1) ومن ثمَّ فإن C_1 يولد كتل بيّنات معززة للقرارات المرتبطة به (بـــ C_1) كما يأتي:

$$M^1 = \begin{bmatrix} m^1(H_1) \\ m^1(H_2) \\ \vdots \\ m^1(H_n) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_1\mu_1(H_1) \\ S_1\mu_1(H_2) \\ \vdots \\ S_1\mu_1(H_N) \end{bmatrix} \qquad (8)$$

إذْ M^1 هي توابع التصديق (الشهادة) المقدمة من عنصر المعلومات (الشاهد) الأول في قاعدة الحالات (النظام C_1) الشكل (4) بشكل مشابه، يُحسَبُ $M^2, \dots\dots\dots, M^n$.

لاتخاذ القرار النهائي، يجب دمج توابع التصديق الصادرة من الشهود الموجودة في قاعدة الحالات:

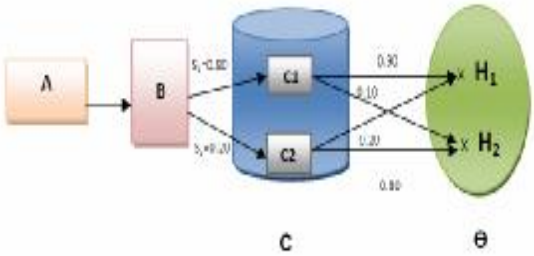
$$M=M^1 \oplus M^2 \oplus \ldots\ldots\ldots \oplus M^n \quad (9)$$

إذْ يمثل $\oplus$ معامل الدمج المستخدم (في نظرية البيّنات Evidence Theory، نضيف عادة الأحرف الأولى إلى أسماء العلماء الذين اقترحوا معامل الدمج كدليل للرمز $\oplus$ فمثلاً يرمز معامل الدمج المقترح من العالمين دمستر وشافر Dempster and Shafer بـــ $\oplus_{DS}$ ومعامل ديبوا و براد Dubois and Prade بـــ $\oplus_{DP}$ ، و معامل ياجر بـــ $\oplus_{Y}$ . .....الخ.

من أجل فهم عميق لهذه الطريقة سنقدم فيما يلي مثالاً رقمياً مفصلاً لعنصر حالة ناشئ عن حساس مشابه بشكل كبير لعنصر الحالة الأولى في قاعدة حالات مكونة من عنصري حالة فقط للتبسيط. وسنرى كيف أن القرار المأخوذ سيكون مشابهاً للحالة الأولى .

8- تطبيق استنباط المعرفة واتخاذ القرار لنظام مبسط :

نفرض وجود الحالة السابقة المدروسة في الفقرة (5) ولكن بوجود عنصري حالة شاهدة two Evidence elements كما في الشكل (5) حيث مصدر المعلومات *A* يعطي الحالة *B* والمطلوب استنباط المعرفة واتخاذ القرار وفقاً للنظريات والتوابع الموضحة سابقاً، وذلك بالاعتماد على قاعدة حالات ثنائية العناصر 2-element case base



الشكل (5) استنباط المعرفة في نظام أمني آلي العمل مبسط

تحتوي قاعدة الحالات المسبقة التعريف C (المعروفة الحلول) على عنصري حالة.

الأول ينتمي بشكل كبير للقرار الأول *H1* (ولنقل بدرجة ارتباط مساوية 0.90) باقي الارتباط مسند إلى القرار الثاني، ويكون من ثمَّ بنسبة 0.10 .

عنصر الحالة الثاني ينتمي بشكل كبير للقرار الثاني H2 (ولنقل بدرجة ارتباط مساوية 0.80) باقي الارتباط مسند إلى القرار الأول، ويكون من ثمَّ 0.20.

الحل :

أولاً: تُحسَبُ كتلة المصداقية للشاهد الأول *C1* كما يأتي: بتطبيق المعادلة *(8)* يمكن حساب توابع التصديق لكل عنصر من مجموعة المحتوى المعلوماتي :

$$0.80m^1(H_1) = 0.72 \times 0.90$$
$$0.80m^1(H_2) = 0.08 \times 0.10$$

ونظراً إلى أن مجموع الكتل يساوي إلى الواحد (استناداً إلى شرطي النظرية الموضحين في المعادلتين(1 و2) يُسنَدُ ما تبقى من الاعتقاد إلى مجموعة المحتوى المعلوماتي كمؤشر على الجهل وعدم كمال المعلومة *information imperfection and uncertainty* كما يأتي :

$$m^1(\Theta) = 1 - (0.72 + 0.08) = 0.20$$

ثانياً: بشكل مماثل نحسب كتل المصداقية للشاهد الثاني C2 *بتطبيق المعادلة* (8) :

$$0.20m^2(H_1) = 0.04 \times 0.20$$
$$0.20m^2(H_2) = 0.16 \times 0.80$$

ونظراً إلى أن مجموع الكتل يساوي إلى الواحد (استنادا إلى شرطي النظرية الموضحين في المعادلتين 1 و 2) يُسنَدُ ما تبقى من الاعتقاد إلى مجموعة المحتوى المعلوماتي كمؤشر على الجهل وعدم كمال المعلومة *information imperfection and uncertainty* كمايأتي :

$$m^2(\Theta) = 1 - (0.04 + 0.16) = 0.80$$

ثالثاً: نقوم بدمج كتل التصديق الناتجة عن الشهود (معادلة 9) :

سنختار في هذا المثال معامل دامستر شافر في عملية الدمج حيث تُحسَبُ كتل التعارض أولاً (باستخدام المعادلة 6) نقوم بعملية التسوية *normalization* لكتل البيّنات بحيث يصبح مجموعها مساوياً للواحد، وذلك بضرب الكتل جميعها بمعامل التسوية، الذي يعطى كما يأتي

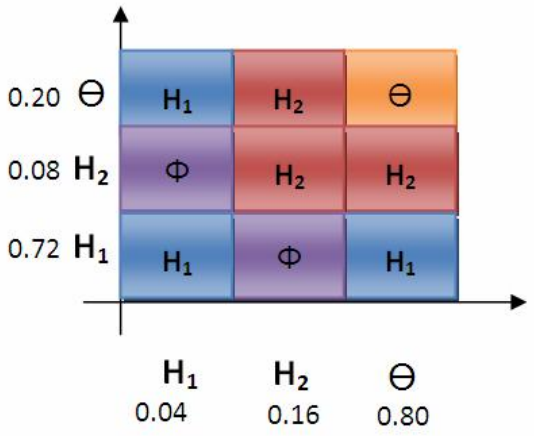
$$K = \frac{1}{1 - \sum_{X,Y \in 2^\Theta, X \cap Y = \phi} m_1(X) m_2(Y)} \quad (10)$$

إذْ $X, Y, \ldots$ تمثل أي مجموعة محتواة في مجموعة القوى 2^Θ .

ومن ثمَّ يصبح:

$$\begin{cases} m(\emptyset) = 0 \\ m(A) = \dfrac{\sum_{\substack{X,Y \in 2^\Theta \\ X \cap Y = A}} m_1(X) m_2(Y)}{1 - \sum_{\substack{X,Y \in 2^\Theta \\ X \cap Y = \emptyset}} m_1(X) m_2(Y)} & \forall (A \neq \emptyset) \in 2^\Theta \end{cases} \quad (11)$$

الشكل (6) يبيّن مخطط الدمج الناتج عن الشاهدين



الشكل (6) دمج كتل التصديق الناتجة عن الشاهدين S_1, S_2

من الشكل (6) وبتطبيق قوانين دامستر في الدمج (معادلة 11) نكتب معادلات الدمج وفقاً للآتي :

$$m(H_1) \times 0.72 + 0.04 \times 0.20 + 0.80 \times 0.7) = 0.04$$
$$m(H_1) = 0.6128$$

$$m(H_2) = 0.16$$
$$\times 0.08 + 0.16 \times 0.20 + 0.80 \times 0.08$$
$$m(H_2) = 0.1088$$
$$m(\Theta) = 0.80 \times 0.20 = 0.16$$

وتكون كتلة التعارض أو الشك (*Ignorant*) تساوي من الشكل (7) نفسه (معادلة 6) :

$$M(\Phi) = 0.04 \times 0.08 + 0.16 \times 0.72 = 0.1184$$

تحديد قيمة معامل التشويه (معادلة 10) *normalization factor* (k):

$$k = \frac{1}{1 - m(\Phi)} = \frac{1}{1 - 0.1184} = 1.134$$

بتطبيق معامل التسوية k على النتائج السابقة (قاعدة دامستر شافر) نجد :

$$m(H_1) = 1.134 \times 0.6128$$
$$m(H_1) = 0.6949$$

$$m(H_2) = 1.134 \times 0.1088$$
$$m(H_2) = 0.123$$

$$m(\theta) = 1.134 \times 0.16$$
$$m(\theta) = 0.181$$

لاحظ أن :

$$m(H_1) + m(H_2) + m(\theta) = 1$$

رابعاً: نستخدم الأدوات المساعدة في استنباط المعرفة لاتخاذ القرار الأمني :

أ. **حساب المصداقية Belief (*Bel*) (الإيمان الأدنى)** :

من القواعد السابقة نجد :

Bel(H1)=0.695
Bel(H2)=0.123
Bel(θ)= 0,181

ب. **حساب المعقولية Plausibility (Pl) (الإيمان الأكبر)**:

تُحسَبُ بإضافة قيمة الشك المحسوبة من الشكل السابق Bel(θ)= 0,181 إلى كل من المحتوى المعلوماتي لـــ Bel(H1)=0.695 و Bel(H2)=0.123 فنحصل على نسبة المعقولية في القرار لـــ H1 , H2 وفقاً للآتي:

Pl(H1)= m(H1)+ m(θ)=0.695+0.181=0.876 *المعقولية لـــ* H1

$Pl(H2)= m(H2)+ m(\theta)=0.123+0.181=0.304$

المعقولية لـــ H2

$P|(\theta)= m(H1)+ m(H2))+ m(\theta)=1$ *الجهل الكامل*

ج-حساب احتمال المراهنة (Pignistic Probability):

في حساب احتمال المراهنة يُضافُ نصف قيمة حالة الشك فنحصل على نسبة المراهنة على *H1,H2* كمايأتي:

- **المراهنة على *H1*** :

$$Pr(H1)= m(H1)+ \frac{m(\theta)}{2} = 0.695+ \frac{0.181}{2}=0.7855$$

المراهنة على *H2* :

$$\frac{m(\theta)}{2} =Pr(H2)= m(H2)+$$

$$=0.2135 \frac{0.181}{2}0.123+$$

- **الجهل الكامل** :

$$Pr(H1)+ Pr(H2)= 1$$

خامساً اتخاذ القرار Action :

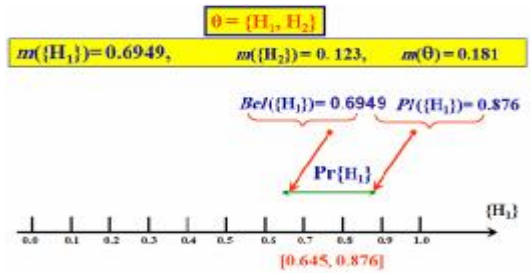
اتخاذ القرار بالنسبة إلى كل احتمال ممكن لـــ *H1 , H2,*

وفقا للمعرفة التي تم التوصل إليها أو استنباطها:

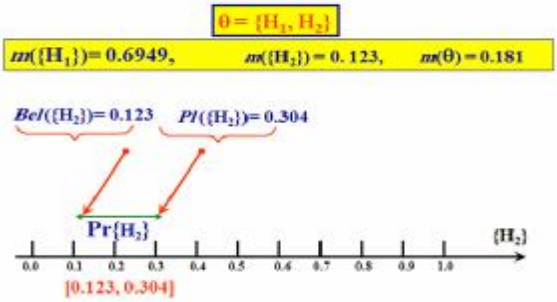
ووفقاً للنتائج التي تم التوصل إليها أعلاه نجد أنه وفقا للمعرفة المستنبطة يوجد ثلاث طرق لاتخاذ القرار:

1. *MAX (Bel)* المصداقية العظمى .
2. *MAX (PL)* المعقولية العظمى .
3. *MAX (Bet)* المراهنة العظمى .

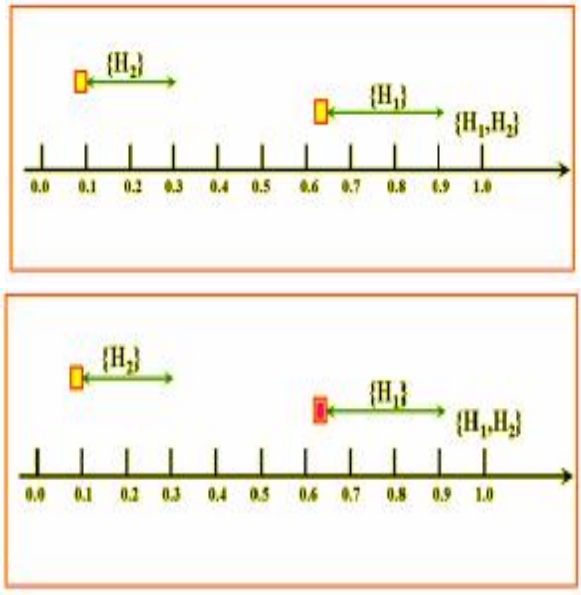
يلاحظ أن القيمة **Pr** تعطي الحل الوسطي بين المصداقية **Bel** كحد أدنى (التشاؤم) وبين المعقولية **(Pl)** كحد أعلى للإيمان (تفاؤل) وتوضح الأشكال 7 و 8 و 9 و 10 و 11 خطوات الحل.



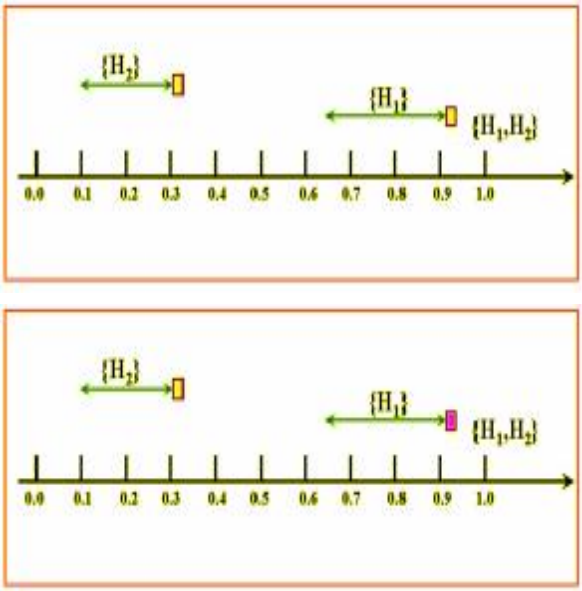
الشكل (7) : المصداقية، المعقولية، المراهنة بالنسبة إلى اعتماد الحل *H 1* . (بعد حساب توابع التصديق الأساسية يُحسَبُ تابعا المصداقية والمعقولية للمحتوى المعلوماتي الأول لتحديد المجال الذي تنتمي إليه احتمالية حدوثه) .



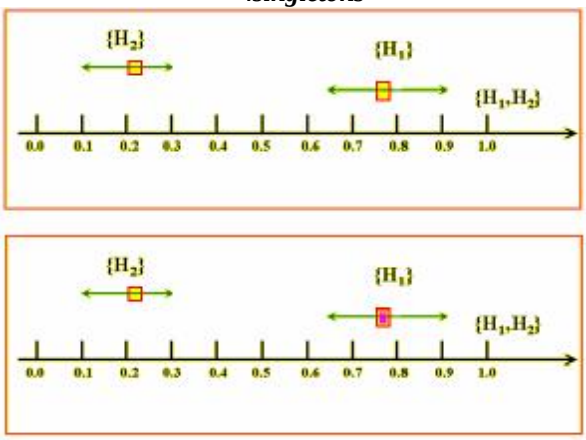
الشكل (8) : المصداقية، المعقولية، المراهنة بالنسبة إلى اعتماد الحل *H2* . (بعد حساب توابع التصديق الأساسية يُحسَبُ تابعا المصداقية والمعقولية للمحتوى المعلوماتي الثانى لتحديد المجال الذي تنتمى إليه احتمالية حدوثه) .



الشكل (9) في طريقة الـــ *max Bel* نقارن الحدود الدنيا للاحتمال ونختار القيمة العظمى لها (الحل المتشائم). يتم عدُّ الحدود الدنيا *lowest limits* لمجالات احتمال المجموعات أحادية العناصر ثم يتم اختيار القيمة الكبرى من قيم جميع الحدود الدنيا المعتبرة للمجموعات أحادية العنصر *.singletons*



الشكل (10) في طريقة الـ *max Pl* نقارن الحدود العليا للاحتمال ونختار القيمة العظمى لها (الحل المتفائل) . يتم عدُّ الحدود العليا *highest limits* لمجالات احتمال المجموعات أحادية العناصر ثم يتم اختيار القيمة الكبرى من قيم جميع الحدود العليا المعتبرة للمجموعات أحادية العنصر *.singletons*



الشكل (11) في طريقة الـ *max Bet* نختار القيمة العظمى لاحتمال المراهنة كحل وسط بين الطريقتين السابقتين. يتم عدُّ قيم احتمال المراهنة للمجموعات أحادية العناصر ثم يتم اختيار القيمة الكبرى من بينها .
من ثمَّ يكون الشك (عدم اليقين) أو الارتياب *ncertainty*

$$\Delta(H1) = \mathbf{PL(H_1)- Bel(H_1)=0.876-0.695=0.181}$$

$$\Delta(H2) = \mathbf{PL(H_2)- Bel(H_2)=0.304-0.123=0.181}$$

بالاعتماد على أي طريقة في اتخاذ القرار فإن القرار *H2* هو المتخذ كما هو متوقع لأن عنصر الحالة المقيس *observed object* أشبه بالعنصر الأول في قاعدة الحالات المسبقة الحل الذي ينتمي إلى الصنف الأول.

9- الخلاصة والاستنتاجات:

اقترحنا في هذا المقال طريقة بيناتية *Evidential approach* لمعالجة المعلومات ودمجها في نظام أمني بهدف ترقية المعطيات حتى الوصول إلى المعرفة في مواجهة المشكلات الحقيقية التي تواجهنا في الحياة العملية من هجانة وتضارب ونقص في العناصر التي نحصل عليها. فضلاً عن ذلك يمكن للنموذج الرياضي المقترح استثمار التجارب الأمنية السابقة المخزنة في قواعد الحالات والاستفادة القصوى منها كمصدر معلومات إضافي، والعمل على التغلب على التعارض الناتج عن الحالات المخزنة والارتياب uncertainty الملازم لها عند التصنيف من خلال نمذجته كدرجات ربط تعرف باسم درجات العضوية membership degrees. بيَّنا من خلال مثال عددي سهولة الطريقة المقترحة ومرونتها في اتخاذ القرار وتمثيل الشك المرافق له أو درجة التأكيد .

المراجع

1- Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., Smyth, P., From data mining to knowledge discovery in databases, AI magazine, 17(3), (1996), 37–54.
2- Solaiman, B., Information Fusion Concepts: From Information Elements Definition to the Application of Fusion Approaches, SPIE proceedings series, 4385, (2001), 205-212.
3- Dahabiah, A., Extraction de Connaissances et Indexation des données multimédia pour la détection anticipée des événements indésirables. Thesis, TELECOM Bretagne, 2010.
4- Smarandache F., Dezert J., Advances and Applications of DSmT for Information Fusion, part I, American Research Press Rehoboth, 1, (2004), Chapters 1-6.
5- Zadeh, L., Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility. Fuzzy Sets Systems. 1, (1978), 3-28.
6- Denoeux T., Masson M.H., EVCLUS: Evidential Clustering of Proximity Data, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 34 (1) (2004), 95-109.
7- Martin A., Osswald C., Une Nouvelle Règle de Combinaison Répartissant le Conflit - Applications en Imagerie Sonar et Classification de cibles Radar. Revue Traitement de Signal. 24 (2), (2007), 71-82.
8- Smarandache F., Dezert J., Advances and Applications of DSmT for Information Fusion, part II, American Research Press Rehoboth, 1, (2006), Chapters 1-2.
9- Dahabiah., PUENTES John, SOLAIMAN Basel, Fusion of Possibilistic Sources of Evidences for Pattern Recognition, International Journal of Integrated Computer-Aided Engineering, IOS Press, April 2010, vol. 17, n° 2, pp. 117-130, ISSN: 1069-2509.
10- Denoeux T., A k -Nearest Neighbor Classification Rule Based on Dempster-Shafer Theory. Classic Works of the Dempster-Shafer Theory of Belief Functions, 2008: pp737-760.

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق 2011/7/12.