Formation doctorale MITI

Laboratoire de Traitement de l'Information

Journée d'exposés des travaux de recherche

UNIVERSITÉ HASSAN II DE CASABLANCA
FACULTÉ DES SCIENCES BEN M'SIK

Titre de la Thèse :

Etude et Application des théories des graphes neutrosophiques aux réseaux informatiques (cas routage)

- NOM Prénom du doctorant : **Broumi Said**
- Nom Prénom de l'Encadrant : **Talea Mohamed**
- Co-encadrants:**Bakali Assia, Florentin Smarandache**
- Année d'Inscription : **2015-2016.**

- Résumé : Cette thèse se situe dans le domaine de « soft computing ». Elle a pour objet de développer une nouvelle version de la théorie des graphes basée sur les ensembles neutrosophiques (EN). Cette théorie se nomme théorie des graphes neutrosophiques, en anglais neutrosophic graphs, palliant certaines lacunes des méthodes existantes. La nouvelle théorie est totalement différente de celle définie par Smarandache et Vandasamy dans leur ouvrage. Les arcs et les sommets sont affectés par une valeur neutrosophique (T, I, F). La théorie des graphes neutrosophiques est une généralisation de la théorie des graphes flous et flous intuitionnistes. Puis, nous décrirons différents types de graphes neutrosophiques et caractéristiques associées en insistant sur les graphes orientés et non orientés. Enfin, nous proposons quelques algorithmes qui permettent de calculer des plus courts chemins entre toutes les paires de sommets dans un réseau modéliser par un graphe neutrosphique dont les poids ont des valeurs neutrosophiques.
- Mots Clés : **Ensembles neutrosophiques, graphes neutrosphiques, graphes neutrosophique de type intervalle, graphes neutrosophique bipolaire, le problème du chemin le plus court.**

Objectifs

-Comment peut on appliquer la théorie des ensembles neutrosophique à la théorie des graphes?

-Développer des algorithmes qui permettent de calculer le plus court chemin dans un réseau modélisé par un graphe neutrosophique.

-Développer un package sous Matlab pour manipuler les matrices neutrosophiques associées aux graphes neutrosophiques

- Un graphe est un ensemble de points, sommets ou nœuds, dont certaines paires sont reliées par des liaisons, arrêtes ou arcs, selon le type de graphe orienté ou non orienté. Les graphes sont des objets mathématiques formels pour lesquels de nombreuses propriétés ont été caractérisées Ainsi, plusieurs généralisations de la théorie des graphes ont été proposées dans la littérature et qui permettent de modéliser une grande variété de problèmes en se ramenant à l'étude de sommets et d'arcs.

LOGIQUES:

Logique classique

- La logique classique binaire manipule seulement les valeurs 0 et 1.
- La loqigue classique binaire est basée sur les ensemble classique.

Logique floue

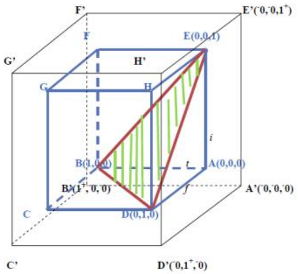
- L'idée de base de la logique floue est de définir la valeur de verité (T) d'une affirmation par un nombre qui varie entre 0 et 1 progressivement, contrairement à la logique classique binaire qui manipule seulement les valeurs 0 et 1.
- La théorie des sous ensemble floues utilisées par la LF est diffèrent à la théorie classique et binaire des ensembles

Logique floue intuitioniste

- L'idée de base de la logique floue intuitioniste est de caractériser chaque affirmation logique dans un espace en 2D, où chaque dimension de l'espace représente, respectivement, la vérité (T) et le faux (F) de l'affirmation en considération, où T, F sont les sous-ensembles réels.

Logique neutrosophique

- L'idée principale de l'NL est de caractériser chaque affirmation logique dans un espace Neutrosophique en 3D, où chaque dimension de l'espace représente, respectivement, la vérité (T), le faux (F) et l'indétermination (I) de l'affirmation en considération, où T, I, F sont les sous-ensembles réels standards ou non-standards de]-0, 1+[. T, I, F sont des composants indépendants



LOGIQUES:

Logique floue

- *Ensemble de principes mathématiques pour la représentation et la manipulation des connaissances en se basant sur des degrés d'appartenance* T(x) *compris dans [0,1]*
- Cette logique est fondée sur la **théorie des ensembles flous** inventée par Lotfi Zadeh (1965).

Logique floue Intuitioniste

- *Ensemble de principes mathématiques pour la représentation et la manipulation des connaissances en se basant sur des degrés d'appartenance* T(x) *et de non-appartenance* F(x) *compris dans [0,1]*
- Cette logique est fondée sur la **théorie des ensembles flous intuitioniste** inventée par K.Atanassov (1986).

Logique neutrosophic

- *Ensemble de principes mathématiques pour la représentation et la manipulation des connaissances en se basant sur des degrés d'appartenance* T(x) , d'indtermination I(x) , et de non- appartenance F(x) *compris dans [0,1]*
- Cette logique est fondée sur la **théorie des ensembles neutrosophiques** inventée par F.Smarandache (1998).

LE CONCEPT DE SOUS- ENSEMBLE FLOU A ÉTÉ INTRODUIT PAR L. ZADEH [**] COMME UNE GÉNÉRALISATION DE LA NOTION DE L'ENSEMBLE CLASSIQUE.

Ensembles flous (EF)

Soit X un ensemble de référence, un sous ensemble flou A (EF) de X est l'ensemble des tuplet

$$A = \{< x, \mathrm{T}_A(x) >: x \in X\}$$

Avec $\mathrm{T}_A(x)$ une des application de X dans [0, 1] c.àd $\mathrm{T}_A(x) \in [0,1]$

$\mathrm{T}_A(x)$ Représente le degré d'appartenace de x à A

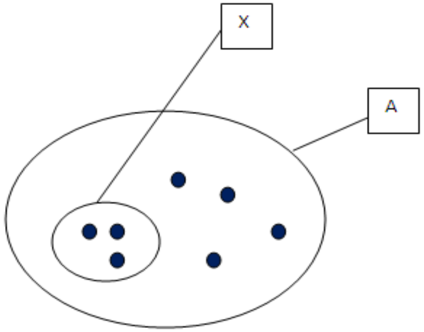


Figure –Ensemble de référence X avec un sous ensemble A

Le concept de sous- ensemble flou intuitioniste a été introduit par K. T.Atanassov [*] comme une généralisation de la notion de l'ensemble flou.

Ensembles Flous Intuitioniste(EFI)

Soit X un ensemble de référence, un sous ensemble flou intuitioniste A (EFI) de X est l'ensemble des tuplet

$$A = \{< x, \mathrm{T}_A(x), F_A(x) >: x \in X\}$$

Avec $\mathbf{T}_A(x)$ **et** $F_A(x)$ sont des application de X dans [0, 1] vérifier la condition:

$$0 \le \mathrm{T}_A(x) + F_A(x) \le 1$$

$\mathrm{T}_A(x)$ Représente le degré d'appartenace de x à A

$F_A(x)$ Représente le degré de no-appartenace de x à A

LE CONCEPT DE SOUS- ENSEMBLE NEUTROSOPHIQUE A ÉTÉ INTRODUIT PAR F. SMARANDACHE[***] COMME UNE GÉNÉRALISATION DE LA NOTION DE L'ENSEMBLE FLOU (EF) ET L'ENSEMBLE FLOUE INTUITIONISTE (EFI).

Ensembles Neutrosophique (EN)

Soit X un ensemble de référence, un sous ensemble neutrosophique A (EN) de X est l'ensemble des tuplet

$$A = \{< x, T_A(x), I_A(x), F_A(x) >: x \in X\}$$

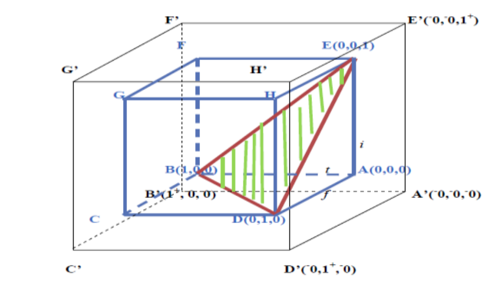
Avec $T_A(x), I_A(x)$ et $F_A(x)$ sont des application de X dans [0, 1] vérifier la condition:

$$0 \leq T_A(x) + I_A(x) + F_A(x) \leq 3$$

$T_A(x)$ Représente le degré d'appartenace de x à A

$I_A(x)$ Représente le degré d'indtermination de x à A

$F_A(x)$ Représente le degré de no-appartenace de x à A



1) Soit E l' ensemble de tous les pays dont les gouvernement sont élus.

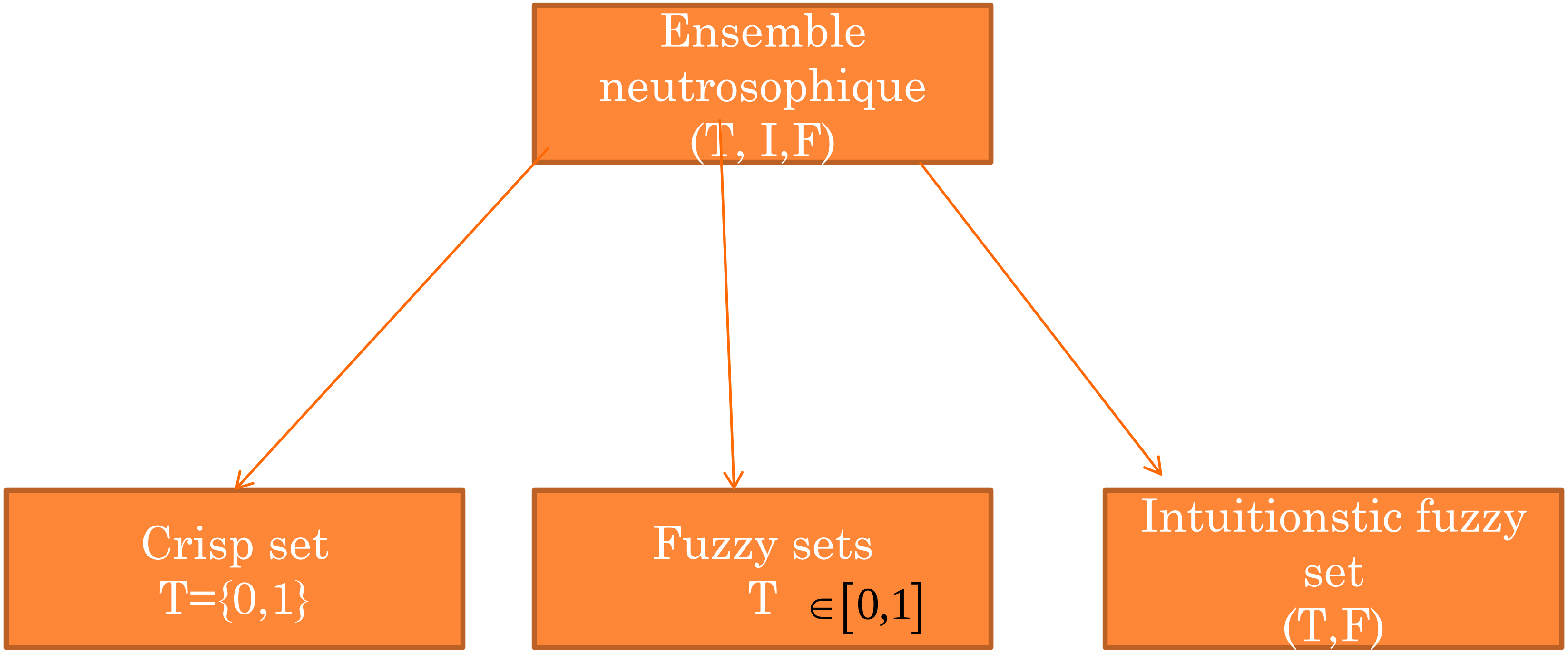
Supposons qu'on connait pour tous pays $x \in X$, le pourcentage des électeurs qui ont voté pour le gouvernement correspondant, on la note par M(x) et soit $\mu(x) = \frac{M(x)}{100}$(le degré d'appartenance) et soit v(x) ; cette valeur correspond à la partie des électeurs qui n'ont pas voté pour le gouvernement, par la théorie des ensembles flous seulement, nous ne pouvons pas considérer cette valeur dans plus de détails, ce pondant si on définie v(x) (le degré de non appartenance) comme la valeur des voix accordées aux partie ou les personnes extérieures le gouvernement, alors nous pouvons montrer la partie de l'électorat qui n'ont pas voté du tout ou ceux qui ont donné mauvaise vote-papier et la valeur correspondante sera $\pi_A(x)$=1-$u_A(x)$-$v_A(x)$ (le degré d'indétermination).

L'INDTÉRMINATION(I)

(T, I,F)=(0,1,0)

LET'S FLIP THE COIN ON THE SURFACE OF A SEA, THEN THE COIN FALLS INTO THE SEA AND WE DO NOT KNOWN ANYTHINGS ABOUT IT, THUS INDTERMINACY =1

Fig. 1. An example of indeterminacy.
What is tossed, 1, 3 or 5?



Relations entre different ensembles

Les Ensembles(F- FI-N) sont définies mathématiquement

EF

- Est définie par:

$T_A : U \rightarrow [0,1]$

$$A = \{(x, T_A(x) \mid x \in U\}$$

EFI

$$A = \{< x, (T_A(x), F_A(x) >\mid x \in U\}$$

$T_A : U \rightarrow [0,1]$

$F_A : U \rightarrow [0,1]$

$$0 \leq T_A(x) + F_A(x) \leq 1$$

EN

$$A = \{< x, (T_A(x), I_A(x), F_A(x) >\mid x \in U\}$$

$T_A : U \rightarrow [0,1]$

$$0 \leq T_A(x) + I_A(x) + F_A(x) \leq 3$$

$I_A : U \rightarrow [0,1]$

LE COMPLÉMENTS,UNION, INTERSECTION,

Ensemble flous (EF)

- C(T(x) =1-T(x)
- L'union deux ensembles flous A et B: $T_{A\cup B} = \max(T_A, T_B)$
- L'intersection deux ensembles flous A et B: $T_{A\cap B} = \min(T_A, T_B)$

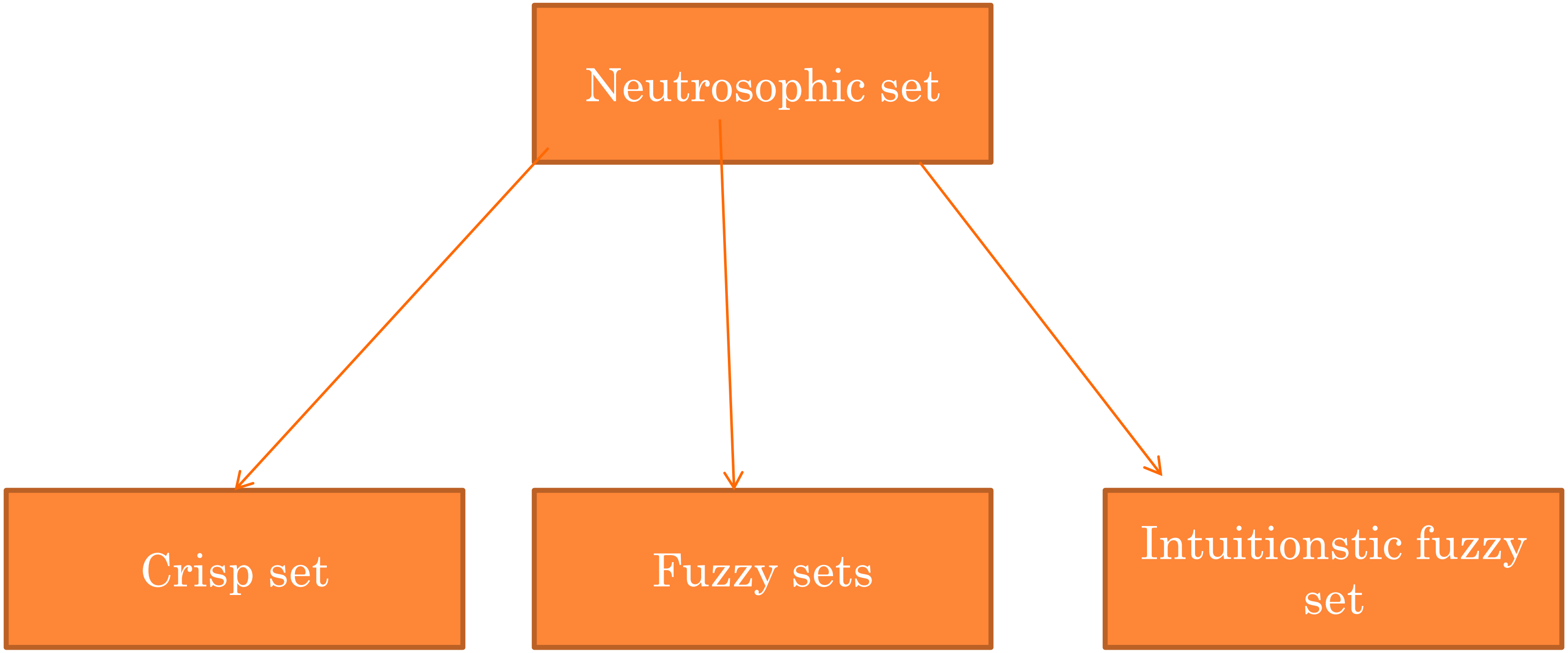
Ensemble flous Intuitionstsite (EFI)

- C(T(x) ,F(x)) = (F(x) ,T(x))
- L'union deux ensembles flous A et B: $T_{A\cup B} = \max(T_A, T_B), F_{A\cup B} = \min(F_A, F_B)$
- L'intersection deux ensembles flous A et B: $T_{A\cap B} = \min(T_A, T_B),$ $F_{A\cap B} = \max(F_A, F_B)$

Ensemble neutrosophique (EN)

- C(T(x) ,I(x) ,F(x))= (1-T(x), 1-I(x),1-F(x))
- C(μ(x) ,ω(x) ,ν(x))= (ν(x), ω(x),μ(x))
- L'union deux ensembles flous A et B:

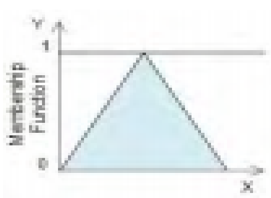
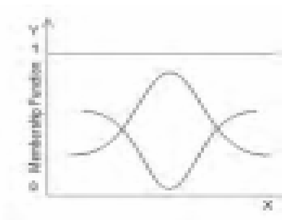
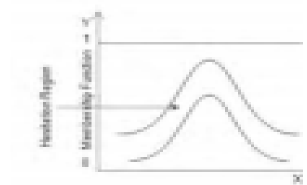
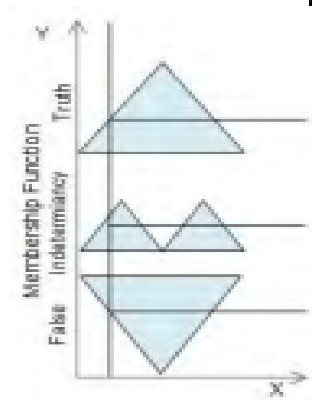
$$T_{A\cup B} = \max(T_A, T_B),$$
$$I_{A\cup B} = \min(I_A, I_B),$$
$$F_{A\cup B} = \min(F_A, F_B)$$



Relations entre different ensembles

Comparaison entre FS,IFS et NS

Table 1. *Multivalued Logic Membership Function*

	Fuzzy set	Intuitionistic Fuzzy	Vague	Neutrosophic
Membership Function	Degree of belonging	Degree of membership function and non-membership function	Degree of membership function and non-membership function	Degree of membership function, indeterminacy and non-membership function
	 Fig 1. Type1 fuzzy membership function [1]	 Figure 2. Intuitionistic Fuzzy Set [24]	 Figure 3. Vague Set [24]	 Figure 4. Neutrosophic Set [11]

Règles d'inférence (FIS, IFIS,NIS)

Fuzzy Inference System

- Syntaxe identique à celle de la logique binaire : **SI** *<condition>* **ALORS** *<conséquence>*
- *<condition>* est une affirmation simple ou composée.
- L'évaluation des règles se fait sur les valeurs des T(x) **et non** sur les valeurs des variables d'e/s.

Intuitionstic Fuzzy Inference System

- Syntaxe identique à celle de la logique binaire : **SI** *<condition>* **ALORS** *<conséquence>*
- *<condition>* est une affirmation simple ou composée.
- L'évaluation des règles se fait sur les valeurs des T(x) ,F(x) **et non** sur les valeurs des variables d'e/s.

Neutrosophic Inference System

- Syntaxe identique à celle de la logique binaire : **SI** *<condition>* **ALORS** *<conséquence>*
- *<condition>* est une affirmation simple ou composée.
- L'évaluation des règles se fait sur les valeurs des T(x) ,I(x) ,F(x) **et non** sur les valeurs des variables d'e/s.

- Un graphe est un ensemble de points, sommets ou nœuds, dont certaines paires sont reliées par des liaisons, arrêtes ou arcs, selon le type de graphe orienté ou non orienté. Les graphes sont des objets mathématiques formels pour lesquels de nombreuses propriétés ont été caractérisées Ainsi, plusieurs généralisations de la théorie des graphes ont été proposées dans la littérature et qui permettent de modéliser une grande variété de problèmes en se ramenant à l’étude de sommets et d’arcs.

graphe

- Est une représentation d'une relation binaire
- un graphe est valueé quand attache un poids (souvent a valeurs dans R) à ,chaque arc(arete).
- Dans le cas non-orienté,il faut que le poids soit le même dans les deux sens.

Graphe flou

- Est une représentation d'une relation flou,
- Un graphe dont les nœuds et **Les arêtes sont affectées des nombres flous**

Graph flou intuitioniste

- Est une représentation d'une relation flou intuitioniste
- Un graphe dont les nœuds et **Les arêtes sont affectées des nombres flous intuitioniste**

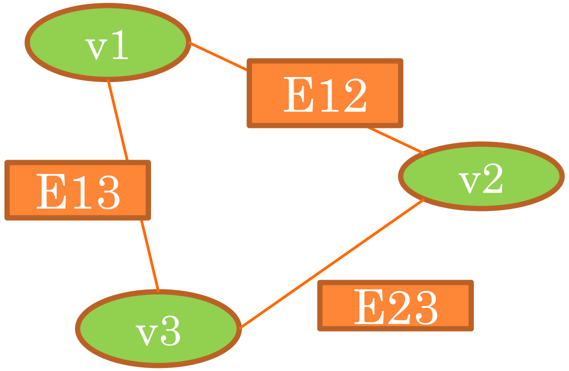
Graphe neutrosophique

- Est une représentation d'une relation neutrosophique
- Un graphe dont les nœuds et **Les arêtes sont affectées des nombres neutrosophique**

Exemples des graphes cité precedement..

Type de nombres affectés aux nœuds (vi) {V1,V2,V 3}	Type de nombres affectés aux arêtes (Eij) {E12, E13, E23}	Type de graphe	La théorie utilisée
Nombre floue (T)	**Nombre floue (T)**	**Graphe floue**	**EF**
Nombre floue intuitioniste (T, F)	**Nombre floue intuitioniste (T, F)**	**Graphe floue intuitioniste**	**EFI**
Nombre neutrosophique	**Nombre neutrosophique**	**Graphe neutrosophique**	**EN**

	Vi/Eij	
GF	T	$T \in [0,1]$
GFI	(T, F)	$0 \le T + F \le 1$
GN	(T,I,F)	$0 \le T + I + F \le 3$



Un graphe flou (fuzzy graph)

- Un graphe flou est une paire de fonctions $G = (\sigma, \mu)$ où σ est un sous-ensemble flou d'un ensemble non vide $V=\{v_1,\ldots,v_n\}$ et μ est une relation flou symétrique sur σ. C'est-à-dire $\sigma: V \to [0,1]$ et $\mu : V\times V \to [0,1]$ tel que

$\mu (v_iv_j) \leq \min(\sigma (v_i),\sigma (v_j))$ pour tout $v_i, v_j \in V$ où v_iv_j dénote une arête entre vi et vj

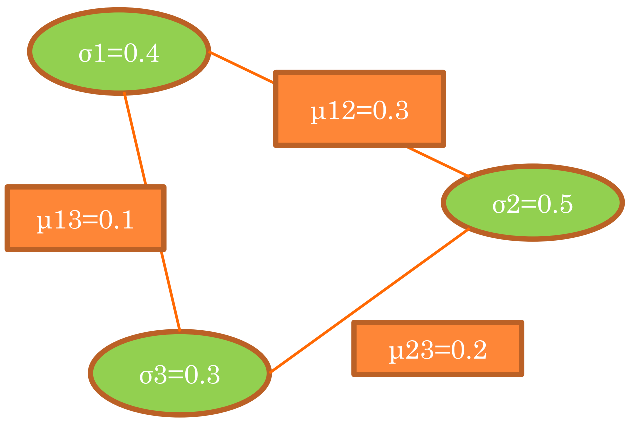


Fig: Graphe floue

Gani, A., Ahamed, M. B.: Order and Size in Fuzzy Graphs. Bulletin of Pure and Applied Sciences, Vol 22E (No.1) (2003) 145-148.

UN GRAPHE FLOU INTUITIONISTE (INTUITIONISTE FUZZY GRAPH)

Un graphe flou intuitioniste est une paire de fonctions $G = (\sigma, \mu)$ où

- $\sigma=(\alpha 1,\tau 1)$ est un sous-ensemble flou intuitioniste d'un ensemble non vide $V=\{v1,\ldots,vn\}$ tel que $\alpha 1 : V \rightarrow [0,1]$ et $\tau 1 : V \rightarrow [0,1]$ dénote le degré d'appartenance et degré de non-appartenance de l'élément vi $\in$ V, respectivement, vérifier la condition

$$0 \leq \alpha 1(vi)+ \tau 1(vi) \leq 1$$

-$\mu=(\alpha 2,\tau 2)$ est une relation flou intuitioniste symétrique sur σ. C'est-à-dire $\alpha 2 : V\text{x } V \rightarrow [0,1]$ et $\tau 2 : V\text{x } V \rightarrow [0,1]$ tel que:

$\alpha 2(vivj) \leq \min(\alpha 2 (vi),\alpha 2 (vi))$

$\tau 2(vivj) \leq \max (\tau 2 (vi), \tau 2 (vi))$

vérifier la condition, $0 \leq \alpha 2(vivj) + \tau 2(vivj) \leq 1$

pour tout vi, vj $\in$ V où vi vj dénote une arête entre vi et

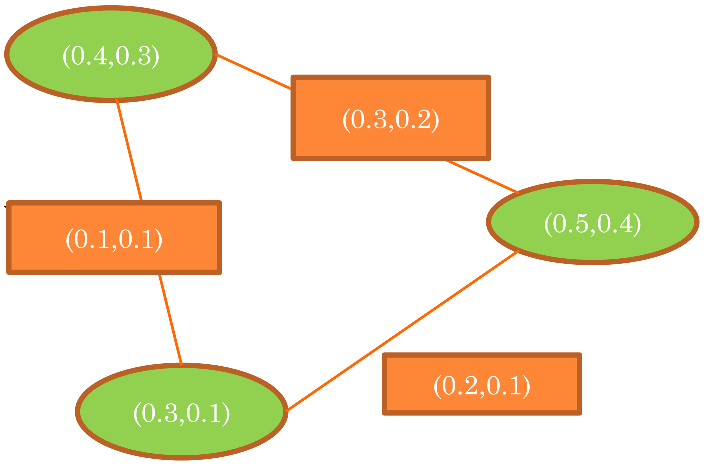


Fig: Graphe floue intuitioniste

Gani, A. N.. A and Shajitha Begum, S., Degree: Order and Size in Intuitionistic Fuzzy Graphs. International Journal of Algorithms, Computing and Mathematics,(3)3 (2010).

Un graphe neutrosophique (neutrosophic graph)

Un graphe neutrosophique est une paire de fonctions $G = (\sigma, \mu)$ où

- $\sigma=(\alpha_1,\tau_1,\varepsilon_1)$ est un sous-ensemble neutrosophique d'un ensemble non vide $V=\{v_1,\ldots,v_n\}$ tel que $\alpha_1 : V \to [0,1]$, $\tau_1 : V \to [0,1]$ et $\varepsilon_1 : V \to [0,1]$ dénote le degré d'appartenance , le degré d'indtermination et degré de non-appartenance de l'élément vi V, respectivement, vérifier la condition

$$0 \leq \alpha_1(v_i)+ \tau_1(v_i) + \varepsilon_1(v_i) \leq 3$$

- $\mu=(\alpha_2,\tau_2, \varepsilon_1)$ est une relation neutrosophique symétrique sur σ. C'est-à-dire $\alpha_2 : V\text{x } V \to [0,1]$, $\tau_2 : V\text{x } V \to [0,1]$ et $\varepsilon_2 : V\text{x } V \to [0,1]$ tel que:

$\alpha_2(v_iv_j) \leq \min(\alpha_2 (v_i),\alpha_2 (v_i))$

$\tau_2(v_iv_j) \geq \max (\tau_2 (v_i), \tau_2 (v_i))$

$\varepsilon_2(v_iv_j) \geq \max (\varepsilon_2 (v_i), \varepsilon_2 (v_i))$

vérifier la condition, $0 \leq \alpha_2(v_iv_j) + \tau_2(v_iv_j)+ \varepsilon_2(v_iv_j) \leq 3$

pour tout v_i, $v_j \in V$ où $v_i v_j$ dénote une arête entre v_i et v_j

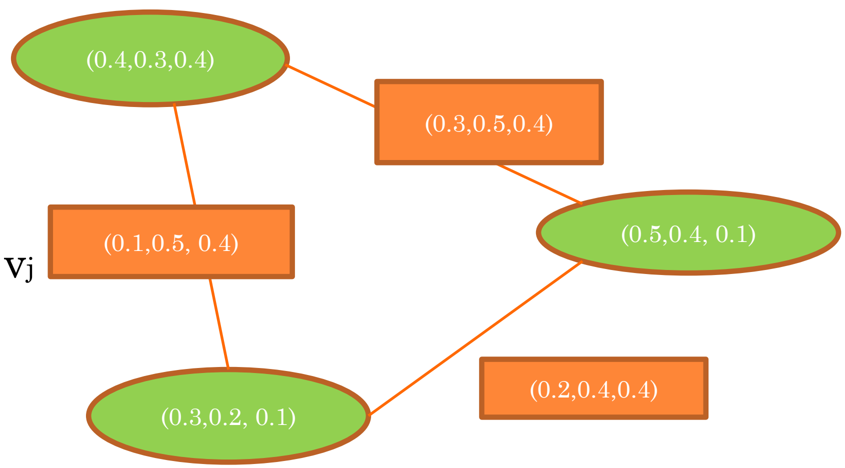


Fig: Graphe neutrosophique

Broumi, S., Talea, M., Bakali, A., Smarandache, F.: Single Valued Neutrosophic Graphs. Journal of New Theory, N 10, (2016) 86-101.

Broumi, S., Talea, M., Smarandache, F. and Bakali, A.: Single Valued Neutrosophic Graphs: Degree, Order and Size. IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ) 2016) 2444-2451.

Représentation matricielle des graphes (F-FI-N)

Graphe	Matrice d'adjacence	
floue	$M_F = \begin{bmatrix} 0.4 & 0.2 & 0.2 \\ 0.2 & 0.6 & 0.1 \\ 0.2 & 0.1 & 0.3 \end{bmatrix}$	$M_F = \begin{bmatrix} 0.4 & 0.2 & 0.2 \\ 0.2 & 0.6 & 0.1 \\ 0.2 & 0.1 & 0.3 \end{bmatrix}$
Floue intuitioniste	$M_{IF} = \begin{bmatrix} (0.4,0.2) & (0.2,0.4) & (0.2,0.3) \\ (0.2,0.4) & (0.6,0.5) & (0.1,0.4) \\ (0.2,0.3) & (0.1,0.4) & (0.3,0.4) \end{bmatrix}$	$M_{IF} = \begin{bmatrix} (0.4,0.2) & (0.2,0.4) & (0.2,0.3) \\ (0.2,0.4) & (0.6,0.5) & (0.1,0.4) \\ (0.2,0.3) & (0.1,0.4) & (0.3,0.4) \end{bmatrix}$
neutrosophique	$M_N = \begin{bmatrix} (0.2,0.7,0.7) & (0.1,0.4,0.4) & (0.3,0.4,0.4) \\ (0.2,0.4,0.4) & (0.6,0.3,0.4) & (0.1,0.4,0.4) \\ (0.4,0.2,0.1) & (0.2,0.4,0.4) & (0.2,0.7,0.7) \end{bmatrix}$	$M_N = \begin{bmatrix} (0.4,0.2,0.1) & (0.2,0.4,0.4) & (0.2,0.7,0.7) \\ (0.2,0.4,0.4) & (0.6,0.3,0.4) & (0.1,0.4,0.4) \\ (0.2,0.7,0.7) & (0.1,0.4,0.4) & (0.3,0.4,0.4) \end{bmatrix}$

Ma contribution est

Les différents types des graphs neutrosophiques

SVNG

- **Les graphes neutrosophiques à valeur unique (SVNG)**
- **Les graphes neutrosophiques à valeur unique uniforme (USVNG)**
- **Les graphes neutrosophiques complexe à valeur unique (CNG)**
- **Les graphes neutrosophiques généralisé de type 1 à valeur unique (GSVNG1)**

BSVNG

- **Les graphes neutrosophiques Bipolaires (BNG)**
- **Les graphes neutrosophiques generalisé Bipolaires de type 1(GBNG1)**
- **Les graphes neutrosophiques complex Bipolaires (BCNG)**

IVNG

- **Les graphes neutrosophiques de type intervalle (IVNG)**
- **Les graphes neutrosophiques de type intervalle de type 1(GIVNG1)**

Un graphe neutrosophique bipolaire

Définition un graphe neutrosophosique bipolaire d' un graphe $G^* = (V, E)$ est un paire $G = (A, B)$, où $A = (T_A^P, I_A^P, F_A^P, T_A^N, I_A^N, F_A^N)$ est un ensemble neutrosophique bipolaire dans V et $B = (T_B^P, I_B^P, F_B^P, T_B^N, I_B^N, F_B^N)$ est un ensemble neutrosophique bipolaire dans $\tilde{V}^2$ tel que

$T_B^P(v_i, v_j) \leq \min(T_A^P(v_i), T_A^P(v_j))$, $T_B^N(v_i, v_j) \geq \max(T_A^N(v_i), T_A^N(v_j))$

$I_B^P(v_i, v_j) \geq \max(I_A^P(v_i), I_A^P(v_j))$, $I_B^N(v_i, v_j) \leq \min(I_A^N(v_i), I_A^N(v_j))$

$F_B^P(v_i, v_j) \geq \max(F_A^P(v_i), F_A^P(v_j))$, $F_B^N(v_i, v_j) \leq \min(F_A^N(v_i), F_A^N(v_j))$ pour tout $v_i v_j \in \tilde{V}^2$

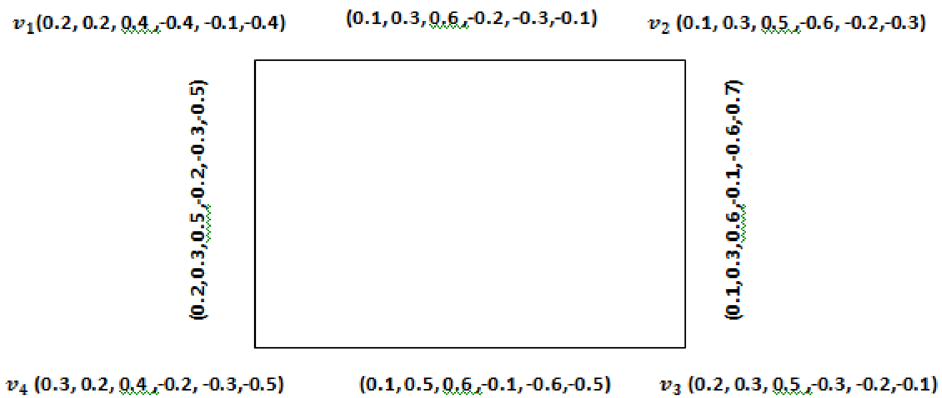


Fig. Un graphe neutrosophosique bipolaire

UN GRAPHE NEUTROSOPHIQUE DE TYPE INTERVALLE

Définition. Un graphe neutrosophosique de type intervalle d'un graphe $G^* = (V, E)$ est une paire G = (A, B), où A =< $[\boldsymbol{T_{AL}}, \boldsymbol{T_{AU}}]$, $[\boldsymbol{I_{AL}}, \boldsymbol{I_{AU}}]$, $[\boldsymbol{F_{AL}}, \boldsymbol{F_{AU}}]$> est un ensemble neutrosophique de type intervalle dans V et B =< $[\boldsymbol{T_{BL}}, \boldsymbol{T_{BU}}]$, $[\boldsymbol{I_{BL}}, \boldsymbol{I_{BU}}]$, $[\boldsymbol{F_{BL}}, \boldsymbol{F_{BU}}]$> Est une relation neutrosophique de type intervalle sur E satisfait la condition suivante:

1.V= $\{v_1, v_2, \ldots, v_n\}$ tel que T_{AL}:V→[0, 1], T_{AU}:V→[0, 1], I_{AL}:V→[0, 1], I_{AU}:V→[0, 1] etF_{AL}:V→[0, 1], F_{AU}:V→[0, 1] indique le degré d'appartenance, le degré d'indétermination et le degré de non-appartenance de l'élément $v_i \in$ V, respectivement , où

$$0 \leq T_A(v_i) + I_A(v_i) + F_A(v_i) \leq 3 \quad \text{pour tout } v_i \in V$$

2.Les fonctions T_{BL}:V x V →[0, 1], T_{BU}:V x V →[0, 1], I_{BL}:V x V →[0, 1], I_{BU}:V x V →[0, 1] et F_{BL}:V x V →[0,1], F_{BU}:V x V →[0, 1] sont tels que

$T_{BL}(v_i, v_j) \leq \min [T_{AL}(v_i), T_{AL}(v_j)]$

$T_{BU}(v_i, v_j) \leq \min [T_{AU}(v_i), T_{AU}(v_j)]$

$I_{BL}(v_i, v_j) \geq \max[I_{BL}(v_i), I_{BL}(v_j)]$

$I_{BU}(v_i, v_j) \geq \max[I_{BU}(v_i), I_{BU}(v_j)]$

And

$F_{BL}(v_i, v_j) \geq \max[F_{BL}(v_i), F_{BL}(v_j)]$

$F_{BU}(v_i, v_j) \geq \max[F_{BU}(v_i), F_{BU}(v_j)]$

Indique le degré d'appartenance, le degré d'indétermination et le degré de non-appartenance de l'arête $(v_i, v_j) \in$ E respectivement, où

$$0 \leq T_B(v_i, v_j) + I_B(v_i, v_j) + F_B(v_i, v_j) \leq 3 \quad \text{pour tout} (v_i, v_j) \in E$$

Grapphe neutrosophique uniforme

Définition. Soit G = (A, B) un graphe neutrosophic où A =(T_A, I_A, F_A) est un ensemble neutrosophique des sommets de G et B est un ensemble neutrosophique des arêtes de G. Soit A={x∈ V | $T_A(x)$> 0,$I_A(x)$> 0 et $F_A(x) > 0$}. Ensuite, G s'appelle un graphe neutrosophique uniforme d'un niveau k (k_1, k_2, k_3) si T_B (x,y) = k_1,$I_A(x)$=k_2 et F_B(x,y) = k_3∀ (x,y) ∈ (V× V) et $T_A(x) = k_1$,$I_A(x) = k_2$ et $F_A(x) = k_3$ where k_1, k_2 et k_3 sont des réel positive tel que 0 <k_1, k_2, k_3 ≤1.

Example Consider an USVNG G= (A,B) on V={v_1,v_1,v_3,v_4} as shown in Fig..

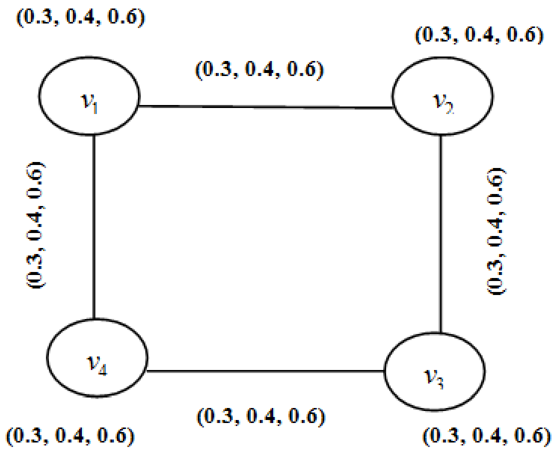


Fig. Graphe neutrosophique uniforme.

UN GRAPH NEUTROSOPHIQUE GÉNÉRALISÉE DE TYPE 1

Définition Soit V un ensemble non vide. Considérons les deux fonctions suivant :

$\rho=(\rho_T, \rho_I, \rho_F):V \to [0,1]^3$ et

$\omega=(\omega_T, \omega_I, \omega_F):VxV \to [0,1]^3$. nous supposons A= $\{(\rho_T(x),\rho_T(y)) \mid \omega_T(x,y) \geq 0\}$, B= $\{(\rho_I(x),\rho_I(y)) \mid \omega_I(x,y) \geq 0\}$ et C= $\{(\rho_F(x),\rho_F(y)) \mid \omega_F(x,y) \geq 0\}$,

Nous avons considérer ω_T, ω_I et $\omega_F \geq 0$ pour tout les ensembles A,B, C , since its is possible to have edge degree = 0 (for T, or I, or F).

Le triplet (V, ρ, ω) est définie comme un graph neutrosophique généralisée de type 1(GSVNG1) s'il existe des fonctions α:A→ [0,1] , β:B→ [0,1] et δ:C→ [0,1] tel que

$\omega_T(x,y) = \alpha((\rho_T(x),\rho_T(y)))$

$\omega_I(x,y) = \beta((\rho_I(x),\rho_I(y)))$

$\omega_F(x,y) = \delta((\rho_F(x),\rho_F(y)))$ ou x, y∈ V.

ici $\rho(x)=(\rho_T(x), \rho_I(x), \rho_F(x))$, x∈ V représente le degré d'appartenance, le degré d'indétemination et le degré de non-appartenance de sommet x et $\omega(x,y)=(\omega_T(x,y), \omega_I(x,y), \omega_F(x,y))$, x, y∈ V sont le degré d'appartenance, le degré d'indétemination et le degré de non-appartenance de l'arête (x, y).

UN GRAPH NEUTROSOPHIQUE DE TYPE INTERVALLE GÉNÉRALISÉE DE TYPE 1

Définition Soit V un ensemble non vide. Considérons les deux fonctions suivant :

$\rho=([\rho_T^L,\rho_T^U],[\rho_I^L,\rho_I^U],[\rho_F^L,\rho_F^U]):V\rightarrow[0,1]^3$ et

$\omega=([\omega_T^L,\omega_T^U],[\omega_I^L,\omega_I^U],[\omega_F^L,\omega_F^U]):VxV\rightarrow[0,1]^3$. nous supposons

$A=\{([\rho_T^L(x),\rho_T^U(x)],[\rho_T^L(y),\rho_T^U(y)])\,|\,\omega_T^L(x,y)\geq 0 \text{ and } \omega_T^U(x,y)\geq 0\}$,

$B=\{([\rho_I^L(x),\rho_I^U(x)],[\rho_I^L(y),\rho_I^U(y)])\,|\,\omega_I^L(x,y)\geq 0 \text{ and } \omega_I^U(x,y)\geq 0\}$,

$C=\{([\rho_F^L(x),\rho_F^U(x)],[\rho_F^L(y),\rho_F^U(y)])\,|\,\omega_F^L(x,y)\geq 0 \text{ and } \omega_F^U(x,y)\geq 0\}$,

Nous avons considérer ω_T^L, ω_T^U, ω_I^L, ω_I^U, ω_F^L, $\omega_F^U \geq 0$ pour tout les ensembles A,B, C , since its is possible to have edge degree = 0 (for T, or I, or F).

Le triplet (V, ρ, ω) est définie comme un graph neutrosophique de type intervalle généralisée de type 1 (GIVNG1) s'il existe des fonctions

$\alpha:A\rightarrow[0,1]$, $\beta:B\rightarrow[0,1]$ et $\delta:C\rightarrow[0,1]$ tel que

$\omega_T^L(x,y)=\alpha((\rho_T^L(x),\rho_T^L(y)))$, $\omega_T^U(x,y)=\alpha((\rho_T^U(x),\rho_T^U(y)))$,

$\omega_I^L(x,y)=\beta((\rho_I^L(x),\rho_I^L(y)))$, $\omega_I^U(x,y)=\beta((\rho_I^U(x),\rho_I^U(y)))$,

$\omega_F^L(x,y)=\delta((\rho_F^L(x),\rho_F^L(y)))$, $\omega_F^L(x,y)=\delta((\rho_F^U(x),\rho_F^U(y)))$ ou $x, y\in V$.

ici $\rho(x)=(\rho_T(x), \rho_I(x), \rho_F(x))$, $x\in V$ sont le degré d'appartenance, le degré d'indétemination et le degré de non-appartenance de type intervalle de sommet x et and $\omega(x,y)=(\omega_T(x,y), \omega_I(x,y), \omega_F(x,y))$, $x, y\in V$ sont le degré d'appartenance, le degré d'indétemination et le degré de non-appartenance de type intervalle de l'arête (x, y).

UN GRAPHE NEUTROSOPHIQUE COMPLEX DE TYPE 1

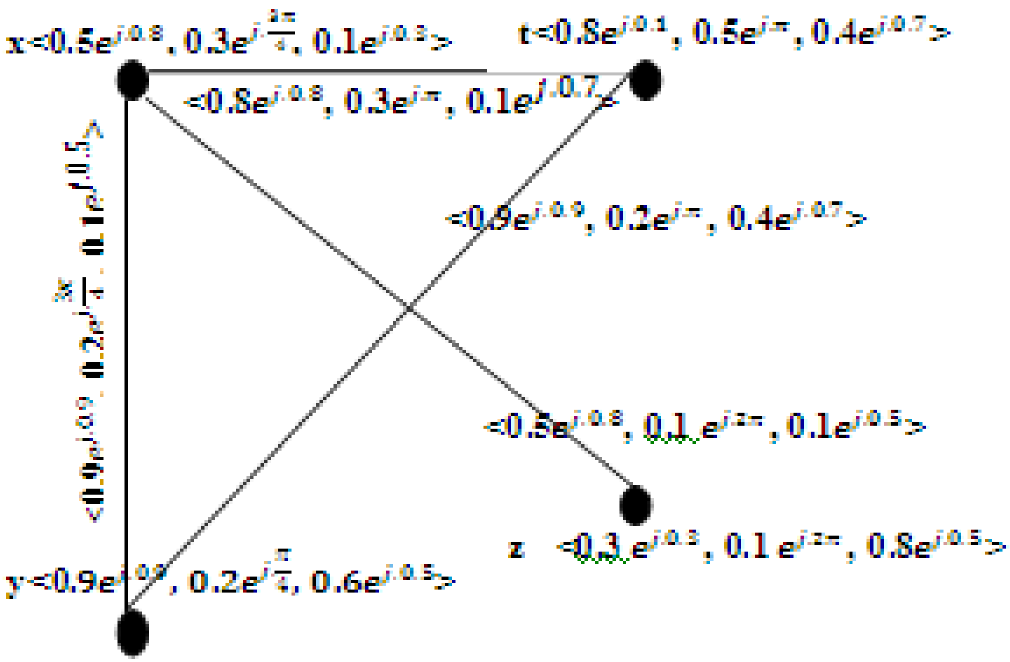


Fig 2. A CNG of type 1.

Le complémentaire d'un graphe neutrosophique uniforme

```
C:\Documents and Settings\said\Bureau\code of single valued ne...
Please enter no of vertex:4
Please enter (T,I,F)menbership values of vertex:0.4 0.2 0.3
Please enter (T,I,F)menbership values of vertex:0.4 0.2 0.3
Please enter (T,I,F)menbership values of vertex:0.4 0.2 0.3
Please enter (T,I,F)menbership values of vertex:0.4 0.2 0.3
Please enter the edges (x to y):1 2
Please enter (T,I,F)membership values of edge:0.4 0.2 0.3
Please enter the edges (x to y):2 3
Please enter (T,I,F)membership values of edge:0.4 0.2 0.3
Please enter the edges (x to y):3 4
Please enter (T,I,F)membership values of edge:0.4 0.2 0.3
Please enter the edges (x to y):4 1
Please enter (T,I,F)membership values of edge:0.4 0.2 0.3
Please enter the edges (x to y):4 2
Please enter (T,I,F)membership values of edge: 0.4 0.2 0.3
Please enter the edges (x to y):1 3
Please enter (T,I,F)membership values of edge:0.4 0.2 0.3
The complement of Single valued neutrosophic graphs is:
1 - 2 edge membership value= 0.000000 0.000000 0.000000
1 - 3 edge membership value= 0.000000 0.000000 0.000000
1 - 4 edge membership value= 0.000000 0.000000 0.000000
2 - 1 edge membership value= 0.000000 0.000000 0.000000
2 - 3 edge membership value= 0.000000 0.000000 0.000000
2 - 4 edge membership value= 0.000000 0.000000 0.000000
3 - 1 edge membership value= 0.000000 0.000000 0.000000
3 - 2 edge membership value= 0.000000 0.000000 0.000000
3 - 4 edge membership value= 0.000000 0.000000 0.000000
```

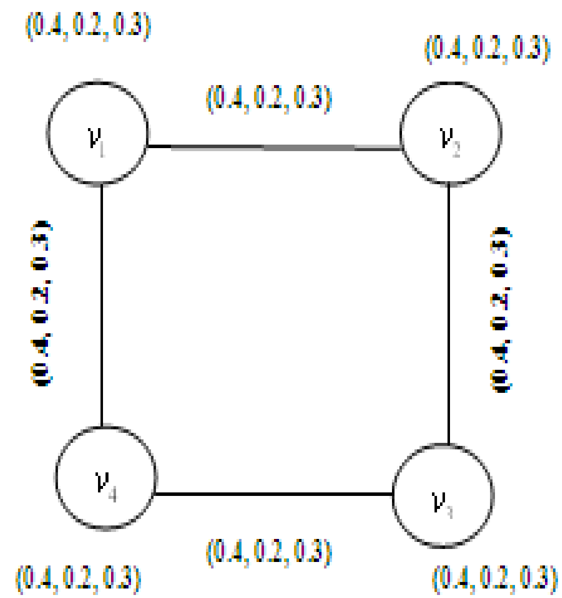
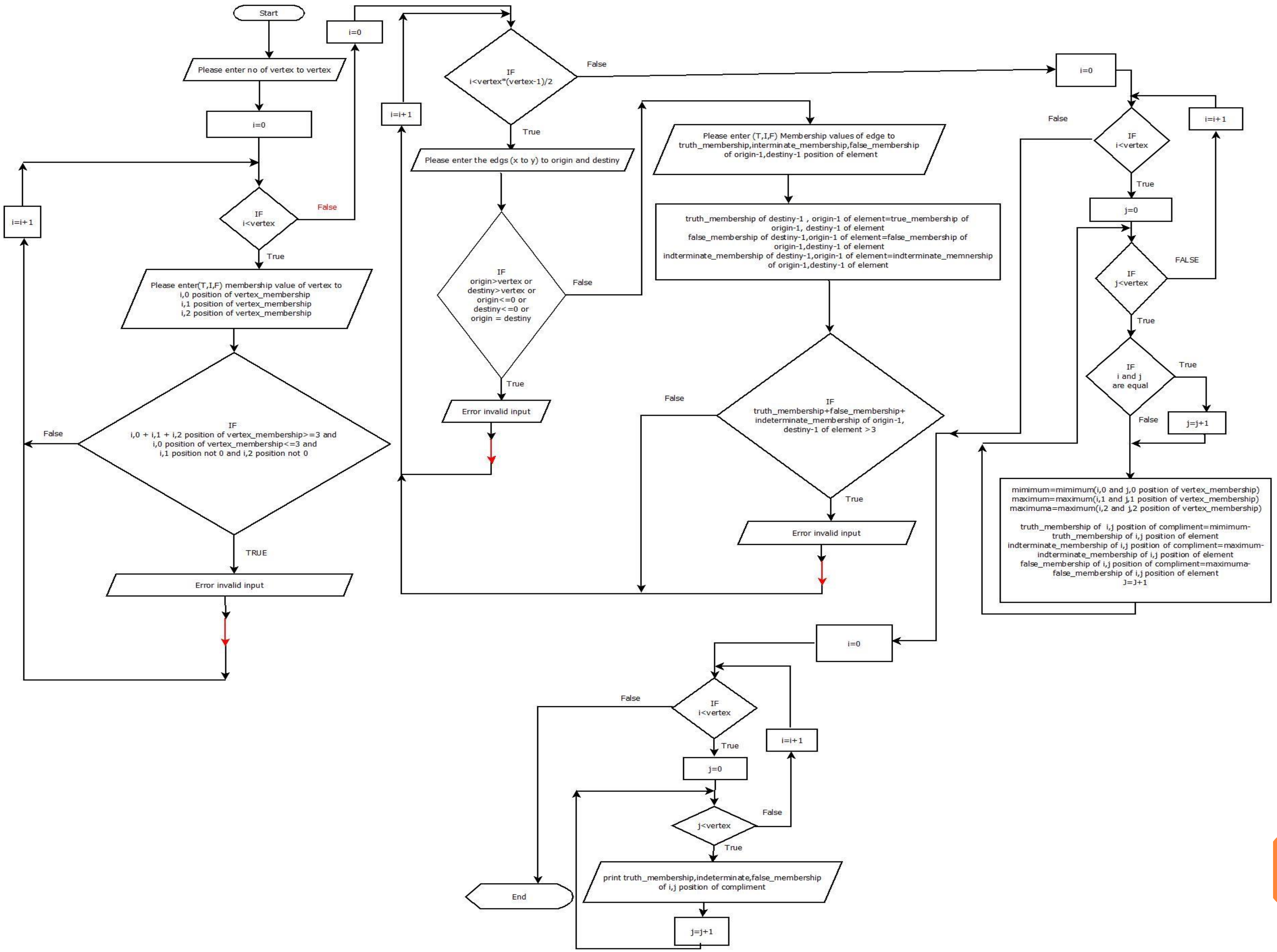


Fig. 4.A uniform single valued neutrosophic graph

Pseudo code



Start
Please enter no of vertex to vertex
i=0
IF i<vertex
False
True
i=i+1
Please enter(T,I,F) membership value of vertex to i,0 position of vertex_membership i,1 position of vertex_membership i,2 position of vertex_membership
IF i,0 + i,1 + i,2 position of vertex_membership>=3 and i,0 position of vertex_membership<=3 and i,1 position not 0 and i,2 position not 0
False
TRUE
Error invalid input
i=0
IF i<vertex*(vertex-1)/2
False
True
i=i+1
Please enter the edgs (x to y) to origin and destiny
IF origin>vertex or destiny>vertex or origin<=0 or destiny<=0 or origin = destiny
False
True
Error invalid input
Please enter (T,I,F) Membership values of edge to truth_membership,interminate_membership,false_membership of origin-1,destiny-1 position of element
truth_membership of destiny-1 , origin-1 of element=true_membership of origin-1, destiny-1 of element
false_membership of destiny-1,origin-1 of element=false_membership of origin-1,destiny-1 of element
indtreminate_membership of destiny-1,origin-1 of element=indterminate_memnership of origin-1,destiny-1 of element
IF truth_membership+false_membership+ indeterminate_membership of origin-1, destiny-1 of element >3
False
True
Error invalid input
i=0
IF i<vertex
False
True
i=i+1
j=0
IF j<vertex
FALSE
True
IF i and j are equal
True
False
j=j+1
mimimum=mimimum(i,0 and j,0 position of vertex_membership)
maximum=maximum(i,1 and j,1 position of vertex_membership)
maximuma=maximum(i,2 and j,2 position of vertex_membership)
truth_membership of i,j position of compliment=mimimum-truth_membership of i,j position of element
indterminate_membership of i,j position of compliment=maximum-indterminate_membership of i,j position of element
false_membership of i,j position of compliment=maximuma-false_membership of i,j position of element
J=J+1
i=0
IF i<vertex
False
True
i=i+1
j=0
j<vertex
False
True
print truth_membership,indeterminate,false_membership of i,j position of compliment
j=j+1
End

Exemple d’application:Matrices neutrosophiques

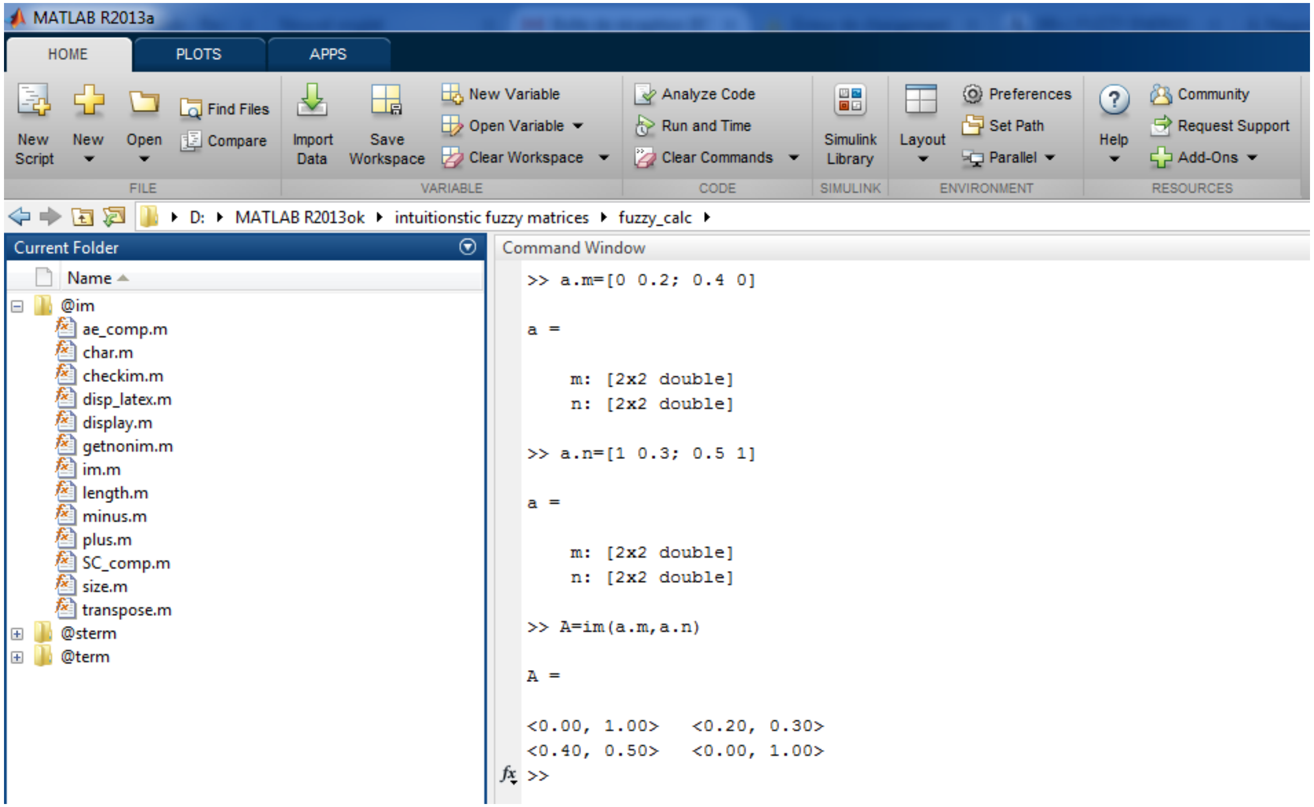
1-Implementer un program en qui permet de calculer le complement d’un graph

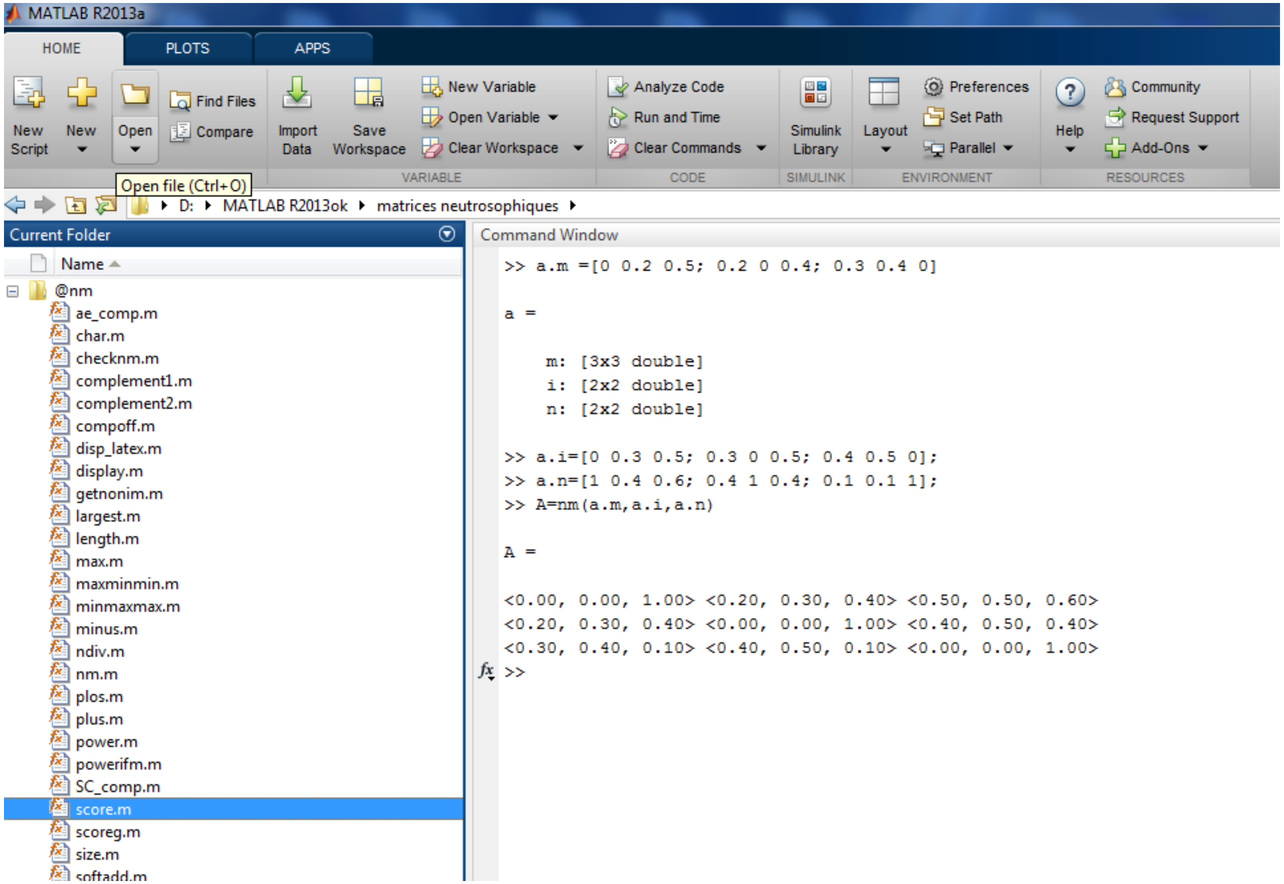
2-Developper un package pour le matrices neutrtrosophiques

Input : Matrices d’appartenance(a.m), matrices d’indterminaction (a.i), Matrices de non –appartenance(a.n)	**output :Matrices neutrosophique**

a.m =[0 0.2 0.5; 0.2 0 0.4; 0.3 0.4 0]
a.i=[0 0.3 0.5; 0.3 0 0.5; 0.4 0.5 0];
a.n=[1 0.4 0.6; 0.4 1 0.4; 0.1 0.1 1];
b.m =[0 0.3 0.4; 0.6 0 0.3; 0.2 0.5 0]
b.i=[0 0.5 0.6; 0.4 0 0.6; 0.2 0.3 0];
b.n=[1 0.3 0.6; 0.3 1 0.2; 0.1 0.1 1];
	A=**nm(a.m,a.i,a.n)**
	A =
	
	<0.00, 0.00, 1.00> <0.20, 0.30, 0.40> <0.50, 0.50, 0.60>
	<0.20, 0.30, 0.40> <0.00, 0.00, 1.00> <0.40, 0.50, 0.40>
	<0.30, 0.40, 0.10> <0.40, 0.50, 0.10> <0.00, 0.00, 1.00>
	B=**nm(b.m, b.i, b.n)**
	<0.00, 0.00, 1.00> <0.30, 0.50, 0.30> <0.40, 0.60, 0.60>
	<0.60, 0.40, 0.30> <0.00, 0.00, 1.00> <0.30, 0.60, 0.20>
	<0.20, 0.20, 0.10> <0.50, 0.30, 0.10> <0.00, 0.00, 1.00>

Input : Matrices d'appartenance(a.m), Matrices de non –appartenance(a.n)	output :Matrices neutrosophique
a.m=[0 0.2; 0.4 0] a.n=[1 0.3; 0.5 1]	**A=im(a.m,a.n)** A = <0.00, 1.00> <0.20, 0.30> <0.40, 0.50> <0.00, 1.00>




MATLAB R2013a
HOME
PLOTS
APPS
New Script
New
Open
Find Files
Compare
Import Data
Save Workspace
New Variable
Open Variable
Clear Workspace
VARIABLE
Analyze Code
Run and Time
Clear Commands
CODE
Simulink Library
SIMULINK
Layout
Preferences
Set Path
Parallel
ENVIRONMENT
Help
Community
Request Support
Add-Ons
RESOURCES
Open file (Ctrl+O)
D: MATLAB R2013ok matrices neutrosophiques
Current Folder
Name
@nm
ae_comp.m
char.m
checknm.m
complement1.m
complement2.m
compoff.m
disp_latex.m
display.m
getnonim.m
largest.m
length.m
max.m
maxminmin.m
minmaxmax.m
minus.m
ndiv.m
nm.m
plos.m
plus.m
power.m
powerifm.m
SC_comp.m
score.m
scoreg.m
size.m
softadd.m
Command Window
>> a.m =[0 0.2 0.5; 0.2 0 0.4; 0.3 0.4 0]
a =
m: [3x3 double]
i: [2x2 double]
n: [2x2 double]
>> a.i=[0 0.3 0.5; 0.3 0 0.5; 0.4 0.5 0];
>> a.n=[1 0.4 0.6; 0.4 1 0.4; 0.1 0.1 1];
>> A=nm(a.m,a.i,a.n)
A =
<0.00, 0.00, 1.00> <0.20, 0.30, 0.40> <0.50, 0.50, 0.60>
<0.20, 0.30, 0.40> <0.00, 0.00, 1.00> <0.40, 0.50, 0.40>
<0.30, 0.40, 0.10> <0.40, 0.50, 0.10> <0.00, 0.00, 1.00>
>>

D: ▸ MATLAB R2013ok ▸ matrices neutrosophiques ▸

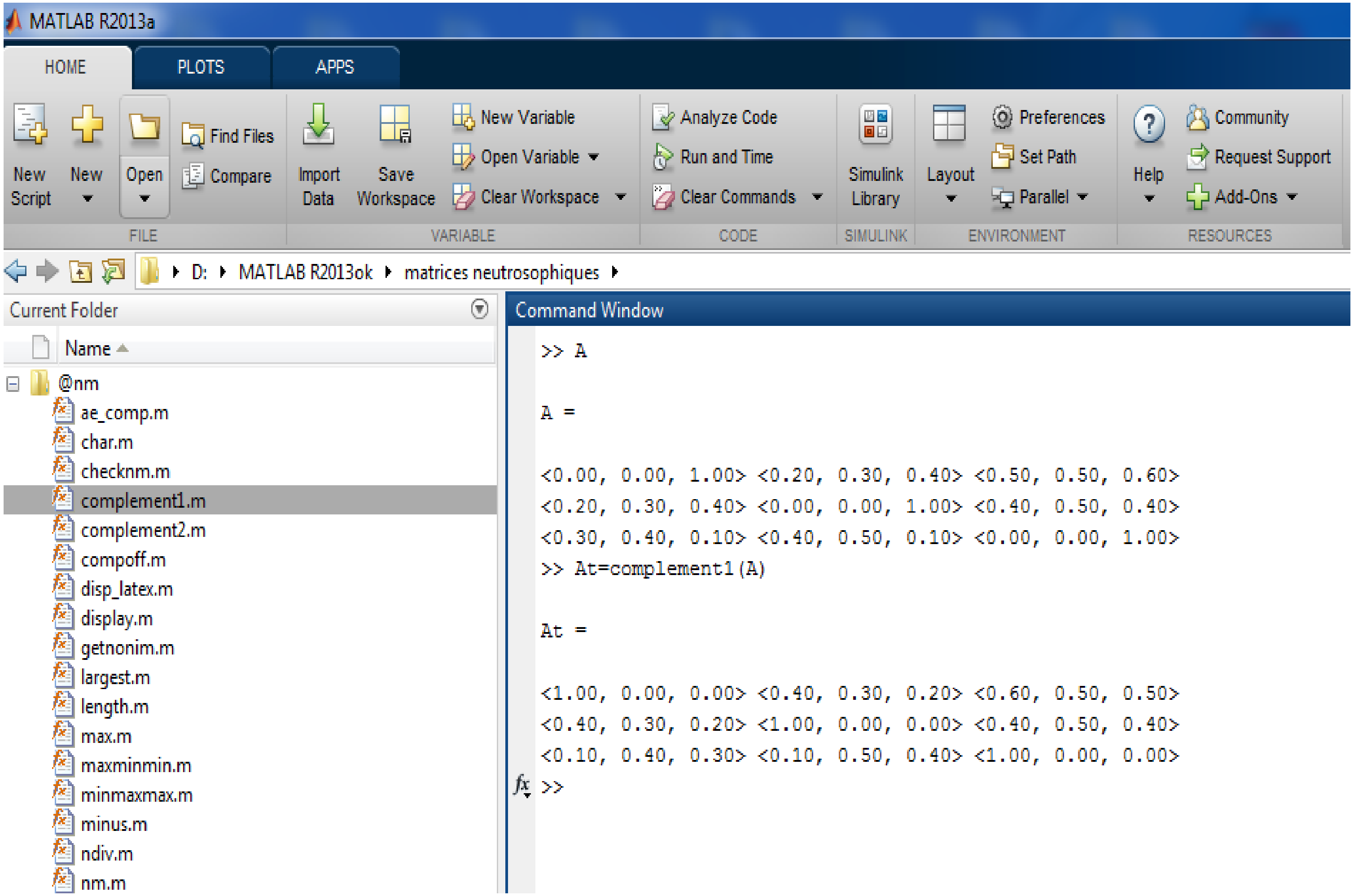
Current Folder

Name

- @nm
  - ae_comp.m
  - char.m
  - checknm.m
  - complement1.m
  - complement2.m
  - compoff.m
  - disp_latex.m
  - display.m
  - getnonim.m
  - largest.m
  - length.m
  - max.m
  - maxminmin.m
  - minmaxmax.m
  - minus.m
  - ndiv.m
  - nm.m
  - plos.m
  - plus.m
  - power.m
  - powerifm.m
  - SC_comp.m
  - score.m
  - scoreg.m
  - size.m
  - softadd.m
  - softsub.m
  - transpose.m
- @sterm
- @term

Command Window

```
>> A

A =

<0.00, 0.00, 1.00> <0.20, 0.30, 0.40> <0.50, 0.50, 0.60>
<0.20, 0.30, 0.40> <0.00, 0.00, 1.00> <0.40, 0.50, 0.40>
<0.30, 0.40, 0.10> <0.40, 0.50, 0.10> <0.00, 0.00, 1.00>
>> B

B =

<0.00, 0.00, 1.00> <0.30, 0.50, 0.30> <0.40, 0.60, 0.60>
<0.60, 0.40, 0.30> <0.00, 0.00, 1.00> <0.30, 0.60, 0.20>
<0.20, 0.20, 0.10> <0.50, 0.30, 0.10> <0.00, 0.00, 1.00>
>> At=maxminmin(A,B)

At =

<0.00, 0.00, 1.00> <0.30, 0.30, 0.30> <0.50, 0.50, 0.60>
<0.60, 0.30, 0.30> <0.00, 0.00, 1.00> <0.40, 0.50, 0.20>
<0.30, 0.20, 0.10> <0.50, 0.30, 0.10> <0.00, 0.00, 1.00>
>> At=minmaxmax(A,B);
>> At=minmaxmax(A,B)

At =

<0.00, 0.00, 1.00> <0.20, 0.50, 0.40> <0.40, 0.60, 0.60>
<0.20, 0.40, 0.40> <0.00, 0.00, 1.00> <0.30, 0.60, 0.40>
<0.20, 0.40, 0.10> <0.40, 0.50, 0.10> <0.00, 0.00, 1.00>
>>
```


MATLAB R2013a
HOME
PLOTS
APPS
New Script
New
Open
Find Files
Compare
FILE
Import Data
Save Workspace
New Variable
Open Variable
Clear Workspace
VARIABLE
Analyze Code
Run and Time
Clear Commands
CODE
Simulink Library
SIMULINK
Layout
Preferences
Set Path
Parallel
ENVIRONMENT
Help
Community
Request Support
Add-Ons
RESOURCES
D: ▸ MATLAB R2013ok ▸ matrices neutrosophiques ▸
Current Folder
Name
@nm
ae_comp.m
char.m
checknm.m
complement1.m
complement2.m
compoff.m
disp_latex.m
display.m
getnonim.m
largest.m
length.m
max.m
maxminmin.m
minmaxmax.m
minus.m
ndiv.m
nm.m
Command Window
>> A
A =
<0.00, 0.00, 1.00> <0.20, 0.30, 0.40> <0.50, 0.50, 0.60>
<0.20, 0.30, 0.40> <0.00, 0.00, 1.00> <0.40, 0.50, 0.40>
<0.30, 0.40, 0.10> <0.40, 0.50, 0.10> <0.00, 0.00, 1.00>
>> At=complement1(A)
At =
<1.00, 0.00, 0.00> <0.40, 0.30, 0.20> <0.60, 0.50, 0.50>
<0.40, 0.30, 0.20> <1.00, 0.00, 0.00> <0.40, 0.50, 0.40>
<0.10, 0.40, 0.30> <0.10, 0.50, 0.40> <1.00, 0.00, 0.00>
>>

CALCUL DU CHEMIN LE PLUS COURT DANS UN ENVIRONNENT NEUTROSOPHIQUE.

SPP

- Crsip shortest path problem (SPP)
- Un graphe dont les nœuds et **Les arêtes sont affectées des nombres precise.**
- Basé sur l'algorithm classique : Djikstra, Prim , kruskal…etc

FSPP

- Problème du chemin le plus court flou (Fuzzy shortest path problem) (FSPP)
- Un graphe dont les nœuds et **Les arêtes sont affectées des nombres flous**
- Basé sur l'algorithm floue :fuzzy Djikstra, fuzzy Prim , fuzzy kruskal…etc

IFSPP

- Problème du chemin le plus court flou intuitionsite(Intuitionstic Fuzzy shortest path problem)(IFSPP)
- Un graphe dont les nœuds et **Les arêtes sont affectées des nombres flous intuitioniste (TIFN,TrIFN..)**
- Basé sur l'algorithm floue intuitioniste :intuitionstic fuzzy Djikstra,

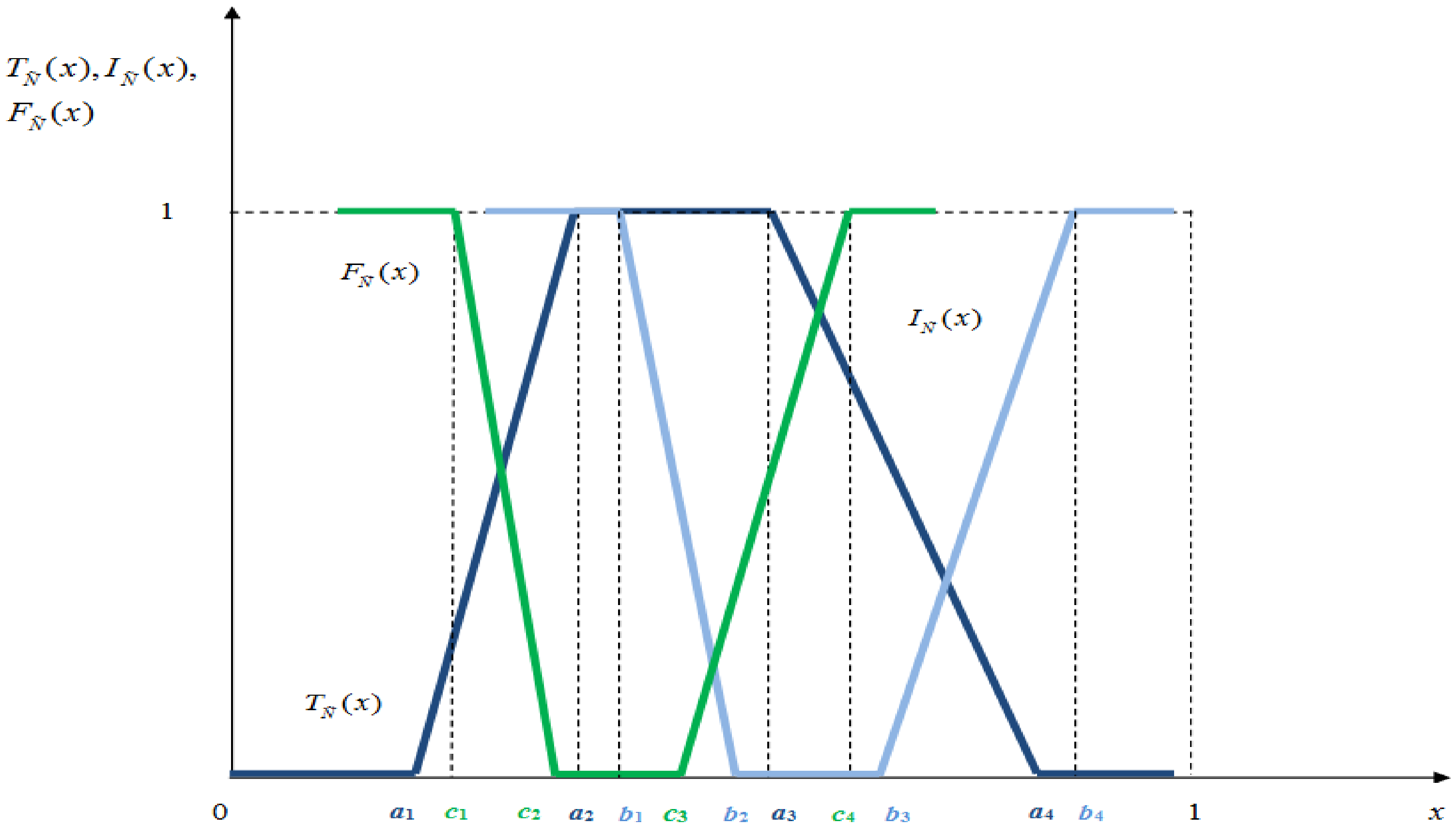
NSPP

- Problème du chemin le plus court neutrosophique(Neutrosophic shortest path problem)(NSPP)
- Un graphe dont les nœuds et **Les arêtes sont affectées des nombres neutrosophiques(TNN,TRNN…..)**
- Basé sur l'algorithm neutrosophique:Djikstra

Les différents types de nombres neutrosophiques basés sur les trois composantes (T, I, F)

- Single valued neutrosophic numbers
- Interval valued neutrosophic numbers
- Bipolar neutrosophic numbers
- Trapezoidal fuzzy neutrosophic numbers
- Triangular fuzzy neutrosophic numbers
- Single valued triangular fuzzy numbers
- Single valued trapezoidal fuzzy numbers

TRAPEZOIDAL FUZZY NEUTROSOPHIC NUMBERS



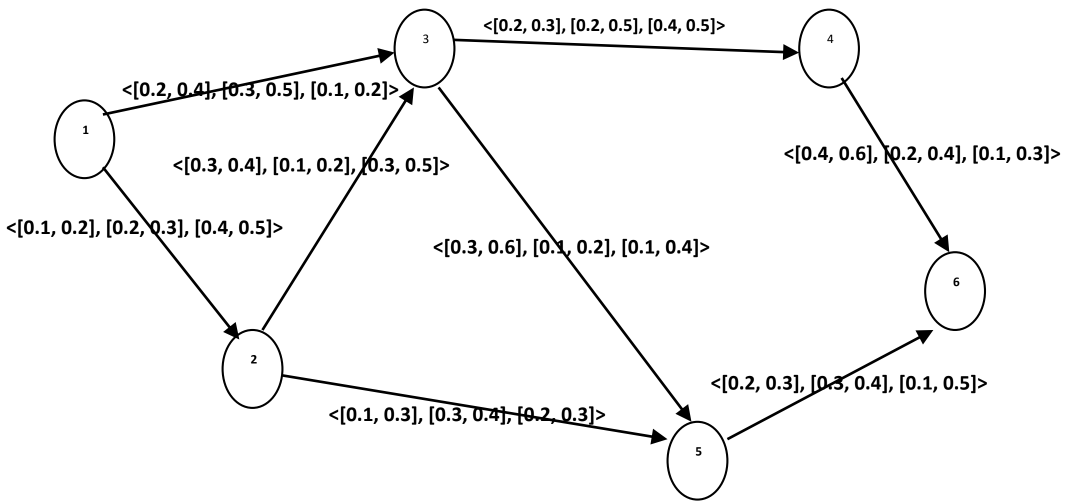
(a) Graphical representation of TrNFN

L' algorithme pour calculer le chemin le plus court dans un réseau neutrosophique

L'algorithme de *Dijkstra* étendue sert à résoudre le problème du *plus court chemin* entre source et destination

$\tilde{a} =< (a_1, b_1, c_1); T_a, I_a, F_a >$

	Type de l’arc	Algorithme utilisé
Applying Dijkstra Algorithm for Solving Neutrosophic Shortest Path Problem	(T, I, F)	Dijikstra étendue
Application of Dijkstra Algorithm for Solving Interval Valued Neutrosphic Shortest Path Problem	$\{\langle x: [T_A^L(x), T_A^U(x)], [I_A^L(x), I_A^U(x)], [F_A^L(x), F_A^U(x)] \rangle$	Dijikstra étendue



IV. SINGLE VALUED NEUTROSOPHIC DIJIKSTRA ALGORITHM

In this subsection, we slightly modified the fuzzy Dijkstra algorithm adapted from [27] in order to deal on a network with parameters characterized by a single valued neutrosophic numbers.

This algorithm finds the shortest path and the shortest distance between a source node and any other node in the network. The algorithm advances from a node i to an immediately successive node j using a neutrosophic labeling procedure. Let $\tilde{u}_i$ be the shortest distance from node 1 to node i and s $(\tilde{d}_{ij}) \geq 0$ be the length of (i, j) edge. Then, the neutrosophic label for node j is defined as:

$$[\tilde{u}_j, i] = [\tilde{u}_i \oplus \tilde{d}_{ij}, i]. \quad S(\tilde{d}_{ij}) \geq 0 . \qquad (15)$$

Here label [$\tilde{u}_j$, i] mean we are coming from nodes i after covering a distance $\tilde{u}_j$ from the starting node. Dijkstra's algorithm divides the nodes into two subset groups: ***Temporary set (T) and Permanent set (P).*** A temporary neutrosophic label can be replaced with another temporary neutrosophic label, if shortest path to the same neutrosophic node is detected. At the point when no better path can be found, the status of temporary label is changed to permanent. The steps of the algorithm are summarized as follows:

Step 1 Assign to source node (say node 1) the permanent label [(0,1,1) ,-]. Set i=1.

Making a node permanent means that it has been included in the short path.

Step 2 Compute the temporary label $[\tilde{u}_i \oplus \tilde{d}_{ij}, \text{i}]$ for each node j that can be reached from i, provided j is not permanently labeled. If node j is already labeled as $[\tilde{u}_j, \text{k}]$ through another node k, and if $S(\tilde{u}_i \oplus \tilde{d}_{ij}) < S(\tilde{u}_j)$ replace $[\tilde{u}_j, \text{k}]$ with $[\tilde{u}_i \oplus \tilde{d}_{ij}, \text{i}]$.

Step 3 If all the nodes are permanently labeled, the algorithm terminates. Otherwise, choose the label $[\tilde{u}_r, \text{s}]$ with shortest distance $(\tilde{u}_r)$ from the list of temporary labels. Set i= r and repeat step 2.

Step 4 Obtain the shortest path between node 1 and the destination node j by tracing backward through the network using the label's information.

FUTURE TRAVAUX

- Améliorer le package neutrosophique sous Matlab pour qu'il puisse manipuler les matrice neutrosophiques bipolaires et neutrosophique de type intervalle.
- L'implémentation de l'algorithme de dijikstra étendue sous Matlab.
- …etc

Liste des articles publiés

- S. Broumi, M. Talea, A. Bakali, F. Smarandache, “Single Valued Neutrosophic Graphs,” Journal of New Theory, N 10, 2016, pp. 86-101.
- S. Broumi, M. Talea, A. Bakali, F. Smarandache, “On Bipolar Single Valued Neutrosophic Graphs,” *Journal of New Theory*, N11, 2016, pp.84-102.
- **S. Broumi, M. Talea, A. Bakali, F. Smarandache, Interval Valued Neutrosophic Graphs, SISOM(2016) in press.**
- S. Broumi, A. Bakali, M, Talea, and F, Smarandache, Isolated Single Valued Neutrosophic Graphs. Neutrosophic Sets and Systems, Vol. 11, 2016, pp.74-78
- S. Broumi, F. Smarandache, M. Talea and A. Bakali, An Introduction to Bipolar Single Valued Neutrosophic Graph Theory. Applied Mechanics and Materials, vol.841,2016, 184-191.
- S. Broumi, M. Talea, F. Smarandache and A. Bakali, Single Valued Neutrosophic Graphs: Degree, Order and Size. IEEE World Congress on Computational Intelligence, 2016, pp.2444-2451.
- S. Broumi, A. Bakali, M. Talea, F. Smarandache and M. Ali, Shortest Path Problem under Bipolar Neutrosophic Setting, Applied Mechanics and Materials, Vol. 859, 2016, pp 59-66.
- S. Broumi, A. Bakali, M. Talea, F. Smarandache and L. Vladareanu, Computation of Shortest Path Problem in a Network with SV-Trapezoidal Neutrosophic Numbers, Proceedings of the 2016 International Conference on Advanced Mechatronic Systems, Melbourne, Australia, 2016, pp.417-422.
- S. Broumi, A. Bakali, M. Talea, F. Smarandache and L. Vladareanu, Applying Dijkstra Algorithm for Solving Neutrosophic Shortest Path Problem, Proceedings of the 2016 International Conference on Advanced Mechatronic Systems, Melbourne, Australia, November 30 - December 3, 2016,pp.412-416.

MERCI