

браузер користувача під час відкриття Web-сторінки, що містить посилання на аплет. Систему доцільно встановлювати на сайті кафедри навчального закладу і використовувати для самоконтролю рівня знань студентів з навчальних дисциплін. У ній відсутнє поле для вводу номера залікової книжки і кнопка "Кінець тестування", оскільки база даних результатів тестування не використовується (результати тестування не зберігаються). Функціональне призначення компонентів графічного інтерфейсу є таким самим як у системі першої модифікації.

Таким чином, розроблена комп'ютерна система тестування знань надає змогу викладачам ефективно здійснювати рейтингову перевірку знань студентів у локальній мережі, а студентам – самостійно контролювати свої знання на сайті кафедри навчального закладу у мережі Internet.

Література

1. Ноутон П., Шилдт Г. JAVA 2 : пер. с англ. – СПб. : БХВ-Петербург, 2006. – 1072 с.
 2. Монахов В.В. Язык программирования Java и среда NetBeans. – СПб. : БХВ-Петербург, 2008. – 640 с.
-

УДК 681.3+519.6

Доц. О.А. Пастух, канд. техн. наук – Тернопільський державний технічний університет ім. І. Пулюя

ВІДНОШЕННЯ КВАНТОВИХ НЕЧІТКИХ МНОЖИН ДРУГОГО РОДУ

Розглянуто квантове нечітке унарне відношення другого роду, квантове нечітке бінарне відношення другого роду та загалом квантове нечітке N -арне відношення другого роду. Розглянуто декартовий добуток квантових нечітких множин другого роду для одержання бінарного квантового нечіткого відношення другого роду та загалом N -арного квантового нечіткого відношення другого роду, що формує математичну основу моделювання зберігання нечітких відношень другого роду у нечітких системах на базі квантових нечітких інформаційних систем другого роду.

Assoc. prof. O.A. Pastukh – Ternopol state technical university named after I. Puluj

Relation of quantum fuzzy sets of second level

Quantum fuzzy unary relation of second level, fuzzy binary relation of second level and fuzzy N -th relation of second level had been view. Direct product quantum fuzzy sets of second level to receive fuzzy binary relation of second level and fuzzy N -th relation of second level had been view. It is mathematical base of simulation of remain of fuzzy relation of second level in the fuzzy information systems on the base quantum fuzzy information systems of second level.

Вступ. Доволі часто у нечітких інформаційних системах (f -системах), які опрацьовують нечіткі дані; значення індикаторних функцій нечітких даних є також нечіткими. У такому разі f -системи опрацьовують не нечіткі дані, а нечіткі дані другого роду. Математичною основою тоді є нечіткі множини другого роду. Але поряд з цим досить часто під час опрацювання f -системами нечітких даних другого роду застосовують математичний формалізм

відношень нечітких множин другого роду. Наприклад, як математичні моделі баз знань f -систем у вигляді мереж з мітками, що є нечіткими числами.

Під час зберігання та оброблення нечітких відношень другого роду f -системи часто використовують експоненційно великі обчислювальні ресурси. Вихід з такої ситуації можливий при реалізації функціонування f -систем на базі квантових нечітких інформаційних систем другого роду ($q_{II}f$ -систем). Однак в основі їх роботи лежать принципово нові поняття – це відношення квантових нечітких множин другого роду з дійсною нечітко-числовою областю значення.

Аналіз досліджень і публікацій. Математичному формалізму нечітких даних другого роду присвячена велика кількість літературних джерел, серед яких слушно навести [1, 2]. А математичному формалізму квантових нечітких множин присвячені роботи автора, наприклад, [3, 4].

Мета. Розглянути нові базові математичні поняття, які становлять математичну основу функціонування f -систем на базі $q_{II}f$ -систем.

Постановка завдання. Нові базові математичні поняття сформулювати на основі квантових нечітких множин другого роду.

Основна частина.

1. Унарні, бінарні, тернарні та N -арні квантові нечіткі відношення другого роду. Найпростішим є унарне квантове нечітке відношення другого роду, яким є квантова нечітка множина другого роду, що повністю та однозначно задається своєю індикаторною функцією. А тому означення унарного квантового нечіткого відношення другого роду є таким.

ОЗНАЧЕННЯ 1. Унарним квантовим нечітким відношенням другого роду $q_{II}fA$, заданим на універсумі U з індикаторною функцією $I_{q_{II}fA}$, називають квантову нечітку множину другого роду $q_{II}f\hat{A}$ цього ж універсуму U з індикаторною функцією $I_{q_{II}f\hat{A}} = I_{q_{II}fA}$.

Наступним не менш важливим та цінним з практичної точки зору, як буде видно у подальшому є поняття бінарного квантового нечіткого відношення другого роду.

ОЗНАЧЕННЯ 2. Бінарним квантовим нечітким відношенням другого роду $q_{II}fR$, заданим на декартовому добутку $U_1 \times U_2$ універсумів U_1 та U_2 , називають сукупність пар

$$\left\{ \left((u_1, u_2), I_{q_{II}fR}(u_1, u_2) \right) : u_1 \in U_1, u_2 \in U_2, \right. \\ \left. I_{q_{II}fR}(u_1, u_2) : U_1 \times U_2 \xrightarrow{\text{def}} \{ I_{qfA}(v) \} = \{ | \psi_{qfA}(v) \rangle \}, qfA \subset V, v \in V, V \subset R \right\},$$

де $\{ I_{qfA}(v) \} = \{ | \psi_{qfA}(v) \rangle \}$ – множина індикаторних функцій квантових нечітких множин qfA універсуму $V \subset R$.

Поряд з унарними та бінарними квантовими нечіткими відношеннями другого роду по аналогії вводиться поняття тернарного квантового нечіткого відношення другого роду.

ОЗНАЧЕННЯ 3. Тернарним квантовим нечітким відношенням другого роду $q_{II}fR$, заданим на декартовому добутку $U_1 \times U_2 \times U_3$ універсумів U_1 , U_2 та U_3 , називають сукупність трійок

$$\left\{ \left((u_1, u_2, u_3), I_{q_{II}fR}(u_1, u_2, u_3) \right) : u_1 \in U_1, u_2 \in U_2, u_3 \in U_3, \right. \\ \left. I_{q_{II}fR}(u_1, u_2, u_3) : U_1 \times U_2 \times U_3 \xrightarrow{\text{def}} \{I_{qfA}(v)\} = \{|\psi_{qfA}(v)\rangle\}, qfA \subset V, v \in V, V \subset \mathbb{R} \right\},$$

де $\{I_{qfA}(v)\} = \{|\psi_{qfA}(v)\rangle\}$ – множина індикаторних функцій квантових нечітких множин qfA універсуму $V \subset \mathbb{R}$.

Загалом, можна ввести поняття N -арного квантового нечіткого відношення другого роду.

ОЗНАЧЕННЯ 4. N -арним квантовим нечітким відношенням другого роду $q_{II}fR$, заданим на декартовому добутку $U_1 \times U_2 \times U_3 \times \dots \times U_N$ універсумів $U_1, U_2, U_3, \dots, U_N$, називають сукупність N -нок

$$\left\{ \left((u_1, u_2, \dots, u_N), I_{q_{II}fR}(u_1, u_2, \dots, u_N) \right) : u_1 \in U_1, u_2 \in U_2, \dots, u_N \in U_N, \right. \\ \left. I_{q_{II}fR}(u_1, u_2, \dots, u_N) : U_1 \times U_2 \times \dots \times U_N \xrightarrow{\text{def}} \{I_{qfA}(v)\} = \{|\psi_{qfA}(v)\rangle\}, \right. \\ \left. qfA \subset V, v \in V, V \subset \mathbb{R} \right\},$$

де $\{I_{qfA}(v)\} = \{|\psi_{qfA}(v)\rangle\}$ – множина індикаторних функцій квантових нечітких множин qfA універсуму $V \subset \mathbb{R}$.

2. Декартовий добуток квантових нечітких множин другого роду.

Деякі з бінарних, тернарних та загалом N -арних квантових нечітких відношень другого роду можна одержати з квантових нечітких множин другого роду (унарних квантових нечітких відношень другого роду) шляхом декартового множення.

Відповідно до [1, 2] з яких випливає те, що декартовий добуток нечітких множин можна означити різними способами. У цій роботі вводимо декартовий добуток квантових нечітких множин другого роду за допомогою алгебраїчного множення.

2.1. Декартовий добуток квантових нечітких множин другого роду для одержання бінарних квантових нечітких відношень другого роду. Нехай дано квантову нечітку множину другого роду $q_{II}fA_1$ з індикаторною функцією універсуму U_1 , тобто кожному $u_1 \in U_1$ ставиться у відповідність одне і те ж, або різні квантові нечіткі дійсні числа qfA_1 з індикаторними функціями відповідно $I_{qfA_1}(v)$ універсуму $V \subset \mathbb{R}$. А також квантову нечітку множину другого роду $q_{II}fA_2$ з індикаторною функцією $I_{q_{II}fA_2}(u_2)$ універсуму U_2 , тобто кожному $u_2 \in U_2$ відповідає одне і те ж, або різні квантові нечіткі дійсні числа qfA_2 з індикаторними функціями відповідно $I_{qfA_2}(v)$ універсуму $V \subset \mathbb{R}$. Тоді декартовий добуток квантових нечітких множин другого роду $q_{II}fA_1 \times q_{II}fA_2$ вводимо таким чином.

ОЗНАЧЕННЯ 5. Декартовим добутком квантових нечітких множин другого роду $q_{\Pi}fA_1$ та $q_{\Pi}fA_2$ універсумів відповідно U_1 та U_2 називають бінарне квантове нечітке відношення другого роду $q_{\Pi}fR$ універсуму $U_1 \times U_2$, де $U_1 = \{u_1\}$, $U_2 = \{u_2\}$, індикаторна функція $I_{q_{\Pi}fR}(u_1, u_2)$ якого при кожному фіксованому u_1 та u_2 дорівнює індикаторній функції $I_{qfA}(v)$, $v \in V \subset \mathbb{R}$ квантового нечіткого дійсного числа qfA , яке дорівнює добутку квантових нечітких дійсних чисел qfA_1 та qfA_2 з індикаторними функціями $I_{qfA_1}(v)$, $I_{qfA_2}(v)$, $v \in V \subset \mathbb{R}$, що відповідають цим фіксованим u_1 та u_2 , і так для $\forall u_1, u_1 \in U_1$, $\forall u_2, u_2 \in U_2$ та відповідно $\forall (u_1, u_2), (u_1, u_2) \in U_1 \times U_2$.

Грунтуючись на означенні декартового добутку квантових нечітких множин другого роду можна одержувати з квантових нечітких множин другого роду тернарні квантові нечіткі відношення другого роду.

2.2. Декартовий добуток квантових нечітких множин другого роду для одержання тернарних квантових нечітких відношень другого роду. Нехай дано квантові нечіткі множини другого роду $q_{\Pi}fA_1$, $q_{\Pi}fA_2$ та $q_{\Pi}fA_3$ з індикаторними функціями, $I_{q_{\Pi}fA_2}(u_2)$ та $I_{q_{\Pi}fA_3}(u_3)$ універсумів відповідно U_1 , U_2 та U_3 , тобто кожному $u_1 \in U_1$ ставиться у відповідність одне і те ж, або різні квантові нечіткі дійсні числа qfA_1 з індикаторними функціями відповідно $I_{qfA_1}(v)$ універсуму $V \subset \mathbb{R}$, кожному $u_2 \in U_2$ ставиться у відповідність одне і те ж, або різні квантові нечіткі дійсні числа qfA_2 з індикаторними функціями відповідно $I_{qfA_2}(v)$ універсуму $V \subset \mathbb{R}$, кожному $u_3 \in U_3$ ставиться у відповідність одне і те ж, або різні квантові нечіткі дійсні числа qfA_3 з індикаторними функціями відповідно $I_{qfA_3}(v)$ універсуму $V \subset \mathbb{R}$. Тоді тернарне квантове нечітке відношення другого роду $q_{\Pi}fR$ задається декартовим добутком $q_{\Pi}fA_1 \times q_{\Pi}fA_2 \times q_{\Pi}fA_3$, а його індикаторна функція $I_{q_{\Pi}fR}(u_1, u_2, u_3)$, $(u_1, u_2, u_3) \in U_1 \times U_2 \times U_3$ при кожному фіксованому u_1, u_2, u_3 буде рівна індикаторній функції $I_{qfA}(v)$, $v \in V \subset \mathbb{R}$ квантового нечіткого дійсного числа qfA , яке рівне добутку квантових нечітких дійсних чисел qfA_1 , qfA_2 та qfA_3 з індикаторними функціями $I_{qfA_1}(v)$, $I_{qfA_2}(v)$ та $I_{qfA_3}(v)$, $v \in V \subset \mathbb{R}$, що відповідають цим фіксованим u_1, u_2 та u_3 і так $\forall (u_1, u_2, u_3)$.

2.3. Декартовий добуток квантових нечітких множин другого роду для одержання N -арних квантових нечітких відношень другого роду. Також грунтуючись на означенні декартового добутку квантових нечітких множин другого роду можна одержувати з квантових нечітких множин другого роду N -арні квантові нечіткі відношення другого роду.

Нехай дано квантові нечіткі множини другого роду $q_{\Pi}fA_1$, $q_{\Pi}fA_2$, $q_{\Pi}fA_3$, ..., $q_{\Pi}fA_N$ з індикаторними функціями $I_{q_{\Pi}fA_1}(u_1)$, $I_{q_{\Pi}fA_2}(u_2)$, $I_{q_{\Pi}fA_3}(u_3)$, ..., $I_{q_{\Pi}fA_N}(u_N)$ універсумів відповідно U_1 , U_2 , U_3 , ..., U_N , тобто кожному $u_1 \in U_1$ ставиться у відповідність одне і те ж, або різні квантові нечіткі дійсні

числа qfA_1 з індикаторними функціями відповідно $I_{qfA_1}(v)$ універсуму $V \subset R$, кожному $u_2 \in U_2$ ставиться у відповідність одне і те ж, або різні квантові нечіткі дійсні числа qfA_2 з індикаторними функціями відповідно $I_{qfA_2}(v)$ універсуму $V \subset R$ і так далі $u_N \in U_N$ ставиться у відповідність одне і те ж, або різні квантові нечіткі дійсні числа qfA_N з індикаторними функціями відповідно $I_{qfA_N}(v)$ універсуму $V \subset R$. Тоді N -арне квантове нечітке відношення другого роду $q_{II}fR$ задається декартовим добутком

$$q_{II}fA_1 \times q_{II}fA_2 \times q_{II}fA_3 \times \dots \times q_{II}fA_N,$$

індикаторна функція якого при кожному фіксованому $u_1, u_2, u_3, \dots, u_N$ буде рівна індикаторній функції $I_{qfA}(v)$, $v \in V \subset R$ квантового нечіткого дійсного числа qfA , яке рівне добутку квантових нечітких дійсних чисел $qfA_1, qfA_2, qfA_3, \dots, qfA_N$ з індикаторними функціями $I_{qfA_1}(v), I_{qfA_2}(v), I_{qfA_3}(v), \dots, I_{qfA_N}(v)$, $v \in V \subset R$, що відповідають цим фіксованим $u_1, u_2, u_3, \dots, u_N$ і так $\forall (u_1, u_2, u_3, \dots, u_N), (u_1, u_2, u_3, \dots, u_N) \in U_1 \times U_2 \times U_3 \times \dots \times U_N$.

Висновки. Отже, введено означення нових математичних об'єктів, що формують математичну основу моделювання зберігання нечітких відношень другого роду у f -системах на базі $q_{II}f$ -систем.

Література

1. Рыжов А.П. Элементы теории нечетких множеств и ее приложений / А.П. Рыжов. – М. : Изд-во МГУ, 2003. – 81 с.
2. Мацеевский С.В. Нечеткие множества / С.В. Мацеевский : учебн. пособ. – Калининград : Изд-во КГУ, 2004. – 176 с.
3. Пастух О.А. Квантові нечіткі множини з комплексно значною характеристичною функцією і їх використання для квантового комп'ютера / О.А. Пастух // Вісник Хмельницького національного у-ту. – 2006. – Т.1, № 2. – С. 158-161.
4. Пастух О.А. Основи зв'язку між математичними формалізмами інформаційних систем, нечітких інформаційних систем та квантових інформаційних систем / О.А. Пастух // Вісник Хмельницького національного у-ту. – 2008. – № 3. – С. 87-98.

УДК 535.343.2 Проф. З.П. Чорній, д-р фіз.-мат. наук; асист. І.Б. Пірко;
доц. В.М. Салапак, канд. фіз.-мат. наук; асист. М.В. Дячук –
НЛТУ України, м. Львів

ІОННІ ЛАНЦЮГИ З ТОЧКОВИМИ ДЕФЕКТАМИ ДИПОЛЬНОГО ТИПУ: ПОВТОРНЕ ОПРОМІНЮВАННЯ

У одновимірній моделі розраховано ефективність генерування F_A і F_D -центрів у кристалах флюоритів, легованих лужними металами. Показано, що ефективність утворення F_D -центрів на порядок вища за ефективність утворення F_A -центрів.

*Prof. Z.P. Chornij; assist. I.B. Pirko; assoc. prof. V.M. Salapak;
assist. N.V. Diachuk – NUFWT of Ukraine, L'viv*

Ionic chains with point defects of dipole type: recurring irradiation

In the single-measured model the efficiency is calculated of generation F_A and F_D -centers in fluoride crystals which are alloyed with alkaline metals. It is shown that the efficiency of F_D -centers formation is one level higher than of F_A -centers.