

Лабораторна робота №1. Побудова морфологічних таблиць для двохетапного модифікованого методу морфологічного аналізу

Модифікований метод морфологічного аналізу (МММА) є потужним інструментом якісного аналізу в задачах, де об'єкти характеризуються неточністю, невизначеністю, неповнотою, нечіткістю інформації і через це мають велику кількість альтернативних варіантів реалізації. За допомогою МММА можна описувати і досліджувати такі об'єкти, приймати рішення в умовах невизначеної конфігурації такого об'єкта.

Побудова морфологічних таблиць в МММА є надзвичайно важливим етапом, що забезпечує відповідність результату реальній картині світу. Побудова морфологічних таблиць є творчим процесом, кінцевий результат якого може бути забезпечений тільки людиною-аналітиком.

Причини невизначеності об'єкта дослідження в МММА. Дослідимо можливі джерела невизначеності щодо об'єкта, який розглядається за допомогою МММА. Як було сказано вище, об'єкт морфологічного дослідження повинен мати велику кількість конфігурацій, тобто альтернативних варіантів реалізації, що може бути спричинено такими факторами:

1) відсутня детальна інформація про конфігурацію об'єкта. Така відсутність інформації може бути зумовлена тим, що а) об'єкт розглядається в майбутньому – через деякий проміжок часу або після настання певної події; або б) ОПР і аналітик на момент розв'язання задачі не мають можливості отримати точну інформацію з технічних або інших причин (наприклад, якщо розглядається будова поверхні іншої планети або плани конкуруючої організації);

2) необхідно розглянути різноманіття конфігурацій об'єкта у сукупності. В даному випадку за допомогою морфологічної таблиці описується множина об'єктів, характеристики або складові яких можуть бути відомими, а невизначеність полягає у тому, яка саме конфігурація альтернатив параметрів об'єкта з'явиться при наступній реалізації. Прикладом таких об'єктів морфологічного аналізу можуть бути аварії в транспортній системі міста або профілі користувачів деякої системи;

3) приймається рішення, яку конфігурацію об'єкта обрати. Формально цей випадок схожий на перший, однак принципова відмінність полягає в тому, що невизначеність не спричинюється зовнішніми факторами, тому тільки вибір рішення ОПР є розкриттям цієї невизначеності. Такий тип об'єктів є найважчим щодо автоматичного видобування морфологічної таблиці, оскільки генерація параметрів і альтернатив в даному випадку часто сама по собі є надзвичайно складною творчою задачею, яка не може бути вирішена за допомогою аналізу великих обсягів даних.

Типи об'єктів опису морфологічної таблиці. В залежності від сутностей, якими оперує МММА, морфологічна таблиця може являти собою один із трьох варіантів опису.

Опис об'єкта. Метою створення такої морфологічної таблиці є опис заданого матеріального або нематеріального об'єкта, або системи. Невизначеність притаманна самому об'єкту через один із трьох факторів, зазначених вище. Історично метод морфологічного аналізу застосовувався саме з метою синтезу нових або вдосконалених фізичних об'єктів, зокрема технічних систем.

Опис стану. Метою створення такої морфологічної таблиці є опис стану деякого об'єкта або, частіше, системи. Сам об'єкт або система, як правило, відомі, невизначеність полягає в першу чергу в тому, що саме відбувається або відбуватиметься в об'єкті морфологічного дослідження. Прикладом такого дослідження може бути опис стану економіки країни через проміжок часу. Основними параметрами морфологічної таблиці є показники, що характеризують відповідний об'єкт або систему.

Опис дії. Метою створення такої морфологічної таблиці є опис певної події або взаємодії між об'єктами. Система, в рамках якої взаємодіють об'єкти, як правило, є відомою; невизначеність може полягати у стані цієї системи (контекст події), у об'єктах, які беруть участь у події, і в характеристиках перебігу самої події. Прикладом об'єктів дослідження такої морфологічної таблиці можуть бути аварії або варіанти впровадження продукту компанією на ринок.

Типи параметрів морфологічної таблиці. Виділимо такі типи параметрів:

1) дихотомічні («так»/«ні», «є»/«немає») – параметри, альтернативами яких є наявність або відсутність певного елемента або характеристики у об'єкта дослідження, або відповідь на логічне питання щодо об'єкта. Також ці параметри використовуються для випадків, коли необхідно імітувати параметр з можливістю вибору декількох альтернатив одночасно;

2) кількісні (ординальні) – параметри, що відображають деяку характеристику об'єкта дослідження, яку можна описати певною величиною або показником. Альтернативами є частини діапазону цієї величини.

Можна виділити підтипи цього типу параметрів за обмеженістю:

- обмежені – діапазон значень відповідної величини обмежений з обох боків (наприклад, ймовірність, процент);
- необмежені – діапазон значень відповідної величини необмежений принаймні з одного боку (час, прибуток, кількість тощо).

За видом представлення величини можна виділити такі підтипи:

- числові – альтернативи мають вигляд «від ... до ...»;
- вербальні – величина описується словами, що буває зручно для нефізичних величин або у випадках, коли точні межі діапазонів встановити неможливо або недоцільно (наприклад, альтернативи «дуже малий», «малий», «середній», «великий», «дуже великий»);
- порівняльні – величина порівнюється вербально з певною величиною – еталонною, середньою, очікуваною тощо (наприклад «менше середнього», «середнє», «більше середнього»).

3) якісні (номінальні) – альтернативи таких параметрів принципово (якісно) відрізняються між собою, і між такими альтернативами неможливо встановити відношення переваги, як для кількісних параметрів.

Також для нормального функціонування МММА повинні виконуватись певні правила побудови морфологічних таблиць:

- *релевантність параметрів* – параметр повинен залежати або впливати на хоча б один інший параметр (в рамках деталізації, яка обрана для задачі). Для цього принаймні одна з альтернатив параметра повинна бути пов'язаною матрицею взаємозв'язків із хоча б однією іншою альтернативою. Це правило не є обов'язковим, однак при невиконанні цього правила утворюється незалежний параметр, наявність якого ніяк не впливає на результат і не несе користі для дослідника, але при цьому збільшує навантаження на експертів і аналітиків, і ускладнює обчислювальні процедури;
- *взаємовиключність альтернатив* – для роботи алгоритмів МММА, оснований на апараті Байєсівських ймовірностей, стани кожного параметра повинні бути взаємовиключними. Якщо це правило не виконується, необхідно переформулювати множину параметрів та/або альтернатив;
- *повнота множини альтернатив* – для кожного параметра множина альтернатив повинна бути повною, щоб реалізації параметра у вигляді кожної з альтернатив являли собою повну групу подій. Якщо неможливо або недоцільно сформулювати всі можливі альтернативи, додається альтернатива

«інші». Якщо вибір однієї з альтернатив параметра є необов'язковою подією, додається альтернатива «немає»/«не потрібно» тощо.

Для деякої конкретної проблеми структура морфологічної скрині визначається спеціалістами-аналітиками, можливо, на основі даних, отриманих на етапі попереднього вивчення проблеми. Для задач, пов'язаних з аналізом ситуацій, які повторюються багато разів з різними варіаціями або можуть статися в майбутньому, типовими групами характеристичних параметрів МТ є:

- 1) контекстуальні параметри – час події; місце події; обставини, за яких відбулась подія;
- 2) причини виникнення події або характеристики факторів, що призвели до її виникнення;
- 3) специфічні характеристики події – тип події; можливо, характеристики небезпечності або несприятливості події (наприклад, при аналізі затримок у виробничому процесі – час затримки).

Для задач аналізу стану та/або поведінки деякої системи типовими групами характеристичних параметрів МТ є:

- 1) зовнішні фактори впливу на систему, стан яких невідомий;
- 2) характеристики стану і поведінки самої системи, що розглядається.

Рациональна кількість параметрів МТ для більшості проблем лежить в межах 3–10. Більша кількість параметрів призводить до надмірної кількості питань до експертів, і таку проблему, скоріше за все, можна декомпозувати на проблеми з меншою кількістю параметрів.

Введемо низку означень для елементів методу морфологічного аналізу.

Означення 1. Характеристичним параметром $F_i, i \in \overline{1, N}$ об'єкта морфологічного дослідження назвемо властивість або ознаку, за якою можна проводити класифікацію різновидів об'єкта.

Сутність характеристичних параметрів залежить від об'єкта, що розглядається, від проблеми, поставленої перед морфологічним дослідженням і від галузі досліджень.

Означення 2. Альтернативами $a_j^{(i)}, j \in \overline{1, n_i}$ характеристичного параметра F_i об'єкта морфологічного дослідження назвемо взаємовиключні альтернативні стани або значення, яких можуть набувати відповідні характеристичні параметри.

Означення 3. Морфологічною таблицею (МТ) назвемо сукупність характеристичних параметрів $F_i, i \in \overline{1, N}$ об'єкта, кожний з яких визначається множиною альтернатив $a_j^{(i)}, j \in \overline{1, n_i}$.

Загальне графічне представлення морфологічної таблиці представлено в таблиці.

F_1	F_2	...	F_N
$a_1^{(1)}$	$a_1^{(2)}$...	$a_1^{(N)}$
$a_2^{(1)}$	$a_2^{(2)}$...	$a_2^{(N)}$
...
$a_{n_1}^{(1)}$	$a_{n_2}^{(2)}$...	$a_{n_N}^{(N)}$

Означення 4. Конфігурацією S морфологічної таблиці назвемо множину, до якої входить по одній альтернативі кожного характеристичного параметра МТ:
 $S = \{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\}.$

Конфігурація МТ визначає один із можливих станів об'єкта, заданих морфологічною таблицею.

Двохетапний метод морфологічного аналізу. В процесі сценарного аналізу часто буває доцільним застосування двохетапної процедури МММА. При цьому на першому етапі здійснюється аналіз неконтрольованих факторів, так званих факторів “зовнішнього світу” для об'єкта, проблеми або явища, що розглядається. Другий етап дослідження полягає в синтезі рішень, які найбільш ефективно враховувати в умовах сукупності можливих реалізацій об'єкта, визначених на першому етапі.



Таким чином, будуються дві пов'язані морфологічні таблиці. Морфологічну таблицю першого етапу назвемо **морфологічною таблицею сценаріїв**, морфологічну таблицю другого етапу назвемо **морфологічною таблицею стратегій**.

Специфіка другого етапу МММА полягає в тому, що вибір альтернатив параметрів МТ стратегій залежить не від випадкових зовнішніх факторів, а від особи, що приймає рішення, тому немає сенсу говорити про ймовірність вибору альтернатив. Тому на другому етапі для оцінки альтернатив і конфігурацій використовується величина очікуваної результативності, тобто вірогідності того, що вибір цієї альтернативи або конфігурації призведе до бажаних результатів.

Приклад. Побудова сценаріїв уникнення аварійних ситуацій

Були обрані такі параметри, що характеризують аварійну ситуацію:

- 1) характер аварійної ситуації: зіткнення з нерухомим об'єктом; зіткнення двох або більше транспортних засобів; наїзд на пішохода; відмова засобу пересування;
- 2) місце події: перехрестя; вузька дорога; широка дорога; тунель; міст; стоянка; двір;
- 3) час події: день (при природному освітленні); ніч (при штучному освітленні);
- 4) погодні умови: без опадів; дощ; сніг; ожеледиця; туман;
- 5) стан водія: нормальний; алкогольне сп'яніння;
- 6) що призвело до аварії: перевищення швидкості; виїзд за межі смуги або проїзної частини; рух на червоне світло; поворот/розворот у не призначеному для цього місці; раптова зупинка або зупинка в непередбаченому місці; рух в місці, де це заборонено; не пов'язані з транспортним засобом фактори;
- 7) причина аварії: неуважність або помилка водія; втрата керування; свідоме порушення правил дорожнього руху; несправність засобу пересування; незалежні від водія фактори.

Морфологічна таблиця першого етапу з визначеними характеристичними параметрами наведена в таблиці:

Характеристичні параметри						
Характер аварійної ситуації	Місце події	Час події	Погодні умови	Стан водія	Що призвело до аварії	Причина аварії
1	2	3	4	5	6	7
1.1. Зіткнення з нерухомим об'єктом	2.1. Перехрестя	3.1. День	4.1. Без опадів	5.1. Нормальний	6.1. Перевищення швидкості	7.1. Неуважність або помилка
1.2. Зіткнення транспортних засобів	2.2. Вузька дорога	3.2. Ніч	4.2. Дощ	5.2. Сп'яніння	6.2. Вийзд за межі смуги або проїзної частини	7.2. Втрата керування
1.3. Наїзд на пішохода	2.3. Широка дорога		4.3. Сніг		6.3. Рух на червоне світло	7.3. Свідоме порушення ПДР
1.4. Відмова засобу пересування	2.4. Тунель		4.4. Ожеледиця		6.4. Поворот/розворот	7.4. Несправність засобу пересування
	2.5. Міст		4.5. Туман		6.5. Зупинка	7.5. Незалежні фактори
	2.6. Стоянка				6.6. Рух в непередбаченому місці	
	2.7. Двір				6.7. Не пов'язані з транспортним засобом фактори	

З таблиці можна виділити групи параметрів, описані вище:

- контекстуальні параметри: параметри 2 (Місце події), 3 (Час події), 4 (Погодні умови);
- причини виникнення події або характеристики факторів, що призвели до її виникнення: параметри 6 (Що призвело до аварії), 7 (Причина аварії);
- специфічні характеристики події: параметри 1 (Характер аварійної ситуації), 5 (Стан водія).

Для дослідження ефективності способів боротьби з аварійними ситуаціями (другий етап морфологічного дослідження) було виділено дві їх групи:

1) методи запобігання аварійним ситуаціям: відеоспостереження з фотофіксацією порушень; автоматичні датчики швидкості; розмежувачі смуг на дорогах; уповільнювачі; пропаганда дотримання правил дорожнього руху;

2) методи ліквідації наслідків аварійних ситуацій: створення дорожніх бригад; керування світлофорами в ручному режимі; інформування інших учасників руху про аварію на ділянці дороги.

Параметри зведені в морфологічну таблицю:

Методи запобігання аварійним ситуаціям	Методи ліквідації наслідків аварійних ситуацій
8	9
8.1. Відеоспостереження з фотофіксацією порушень	9.1. Створення дорожніх бригад
8.2. Автоматичні датчики швидкості	9.2. Ручний режим керування світлофорами
8.3. Розмежувачі смуг на дорогах	9.3. Інформування інших учасників руху про аварію на ділянці дороги
8.4. Уповільнювачі	
8.5. Пропаганда дотримання ПДР	

Варіанти завдань

Варіанти обираються за власним бажанням, в залежності від наявних знань і компетенцій (майте на увазі, що побудовані морфологічні таблиці в наступній роботі потрібно буде власноруч оцінювати). Об'єкт дослідження у варіанті може бути модифікований або уточнений у разі необхідності. Декілька студентів можуть обрати однаковий варіант в разі, якщо домовляться про якісні відмінності у об'єкті дослідження.

Номер	Об'єкт дослідження	Потенційні рішення на другому етапі (приклади)
1	Свій варіант об'єкта дослідження (наприклад, пов'язаний з роботою чи хобі)	Відповідно до об'єкта дослідження
2	Пожежі в місті	Запобігання, пом'якшення наслідків, оцінювання підготовленості
3	Пожежі у природі	Запобігання, пом'якшення наслідків
4	Підтоплення, повені, поведі	Запобігання, пом'якшення наслідків, оцінювання підготовленості
5	Нещасні випадки на виробництві (модифікації варіанту: різні типи робіт)	Запобігання, наслідки, пом'якшення наслідків
6	Затримки, простої на виробництві (модифікації варіанту: різні підприємства, різні типи робочого процесу)	Запобігання, наслідки
7	Виготовлення неякісного/бракованого товару (модифікації варіанту: різні види товарів)	Запобігання, наслідки, пом'якшення наслідків
8	Витоки службової інформації	Запобігання, пом'якшення наслідків
9	Проникнення сторонніх осіб на об'єкт, порушення режиму секретності	Запобігання, наслідки, пом'якшення наслідків
10	Звернення до поліції (екстрені виклики)	Пом'якшення наслідків, оцінка ризиків
11	Звернення до поліції (заяви)	Пом'якшення наслідків, оцінювання підготовленості
12	Виявлені підозрілі (потенційно вибухонебезпечні) предмети	Пом'якшення наслідків, оцінка ризиків
13	Повідомлення про зниклих безвісті (модифікація варіанту: діти, що загубились)	Запобігання, пом'якшення наслідків
14	Звернення до швидкої допомоги (екстрені виклики)	Пом'якшення наслідків, оцінка ризиків
15	Травми (модифікації варіанту: при конкретній діяльності, у конкретному класі місць)	Запобігання, пом'якшення наслідків
16	Напади тварин	Запобігання, пом'якшення наслідків
17	Звернення до технічної допомоги (модифікації варіанту: різні види діяльності, які можуть потребувати технічної допомоги)	Запобігання причинам, оцінювання підготовленості
18	Збої в комп'ютерній системі	Запобігання, наслідки, пом'якшення наслідків

19	Збої в мережі комп'ютерних систем	Запобігання, наслідки, пом'якшення наслідків
20	Хакерські атаки	Запобігання, пом'якшення наслідків, оцінка ризиків
21	Терористичні загрози (модифікації варіанту: різні об'єкти загроз)	Запобігання, пом'якшення наслідків, оцінювання підготовленості
22	Пограбування установ (магазинів, банків тощо)	Запобігання, пом'якшення наслідків (можуть бути як з точки зору самої установи, так і з точки зору поліції)
23	Вуличні крадіжки, пограбування	Запобігання, пом'якшення наслідків
24	Порушення громадського спокою	Запобігання, пом'якшення наслідків
25	Фінансові махінації (з точки зору компаній, банків)	Запобігання, наслідки, пом'якшення наслідків
26	Фінансові махінації/корупційні схеми (з точки зору держави)	Запобігання, пом'якшення наслідків
27	Неповернення кредитів (з точки зору банків)	Запобігання, пом'якшення наслідків
28	Відмови/повернення товару	Пом'якшення наслідків, оцінювання підготовленості
29	Скарги клієнтів (модифікації варіанту: різні види діяльності, де можуть бути скарги)	Запобігання, пом'якшення наслідків
30	Потреби/побажання клієнтів щодо деякого класу продуктів/послуг (модифікації варіанту: різні класи продуктів/послуг)	Пропозиції щодо конкретного продукту/послуги, оцінювання перспектив
31	Конфліктні ситуації в колективі (модифікації варіанту: різні типи колективів)	Запобігання, пом'якшення наслідків
32	Військові зіткнення (тактичний рівень)	Пом'якшення наслідків, оцінювання підготовленості
33	Військові конфлікти (стратегічний рівень)	Наслідки, оцінювання підготовленості, оцінка ризиків
34	Стан ринку деякого продукту через N місяців/років (модифікації варіанту: різні типи продуктів/послуг)	Пом'якшення наслідків, оцінювання перспектив, вибір цільової аудиторії
35	Стан розвитку деякої галузі в майбутньому (модифікації варіанту: різні галузі)	Пом'якшення наслідків, оцінювання перспектив, оцінка ризиків
36	Спортивні матчі/змагання (модифікації варіанту: різні види спорту)	Рішення щодо стратегії гри
37	Організація масового заходу (з точки зору безпеки)	Оцінювання підготовленості, ризиків, рішення щодо безпеки

Оформлення робіт

Робота обов'язково має містити:

- стандартну титульну сторінку;
- задачу (об'єкт) першого етапу морфологічного дослідження;
- характеристичні параметри першого етапу і їх альтернативи, оформлені списком.

Суть параметрів і альтернатив має бути зрозумілою. Якщо необхідно, можна надати пояснення;

- характеристичні параметри першого етапу і їх альтернативи, оформлені у вигляді морфологічної таблиці. В морфологічній таблиці можна використовувати скорочені назви параметрів і альтернатив;

- задачу другого етапу морфологічного дослідження;

- характеристичні параметри другого етапу і їх альтернативи, оформлені списком.

Суть параметрів і альтернатив має бути зрозумілою. Якщо необхідно, можна надати пояснення;

- характеристичні параметри другого етапу і їх альтернативи, оформлені у вигляді морфологічної таблиці. В морфологічній таблиці можна використовувати скорочені назви параметрів і альтернатив;

- висновок. У висновку обов'язково вказати розмір морфологічної множини (тобто кількість конфігурацій) для морфологічної таблиці першого етапу. Також можна вказати:

- чи охоплена вся можлива множина конфігурацій об'єкта, чи тільки основна їх частина;
- які задачі дозволяє вирішити розроблена система морфологічних таблиць;
- які є шляхи вдосконалення цих морфологічних таблиць, які параметри не увійшли до розгляду і чому.

Роботи оформлюються у вигляді файлу **в форматі pdf**. Назва файлу має відповідати шаблону:

kaXX_Surname_NP_1.pdf

де:

kaXX – номер групи;

Surname – прізвище латиницею (транслітом);

NP – ініціали латиницею (транслітом);

1 – номер роботи (в даному випадку 1).

Оцінювання робіт

Максимальна оцінка за лабораторну роботу за умов вчасного виконання і відсутності зауважень – 20 балів.

Рекомендується демонструвати напрацювання по роботі до надсилання звіту для своєчасного виправлення можливих зауважень.