

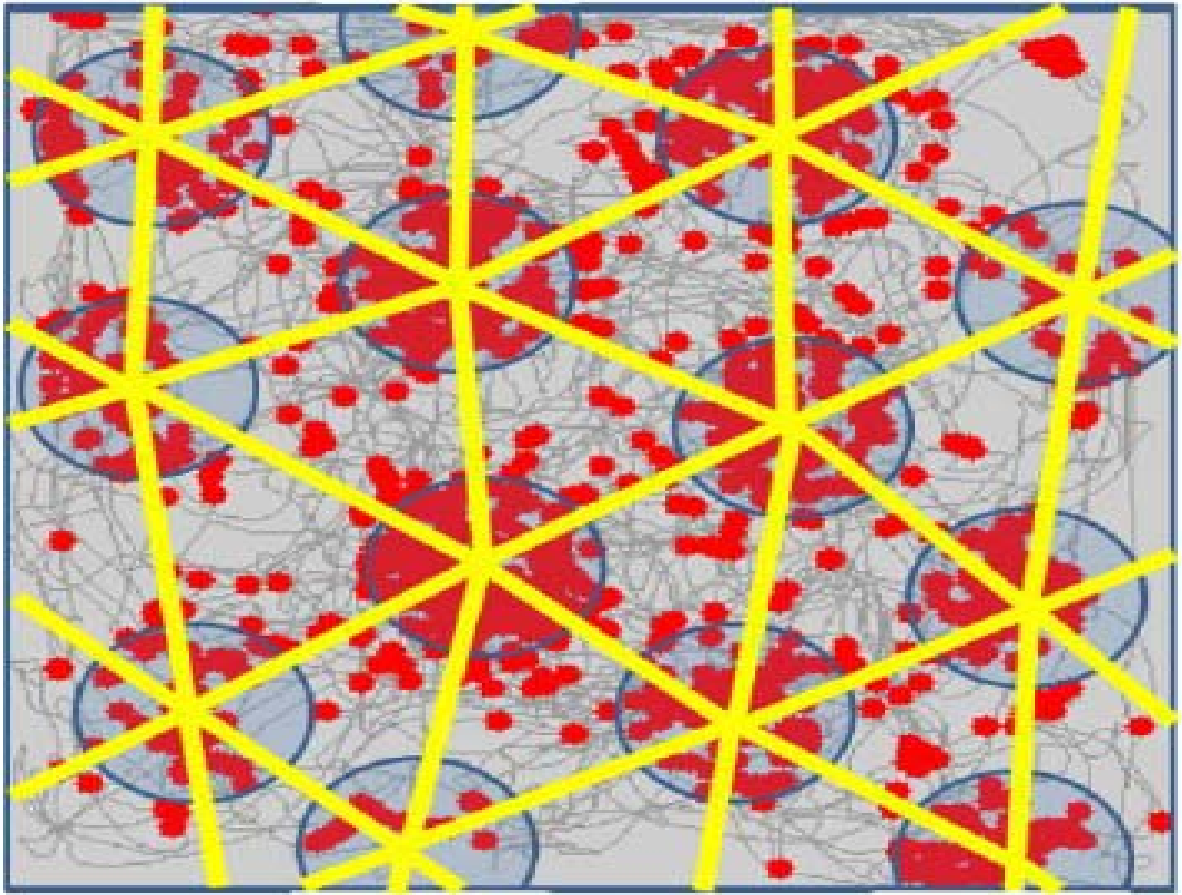
ЗАВДАННЯ № 32. «Нейронна розмітка мапи»

Автор Козленко Олександр Григорович

2014 року Джон о'Кіф та подружжя Едвард і Мей-Бритт Мозер отримали Нобелівську премію з медицини та фізіології «за відкриття системи нейронів у мозку, які дозволяють орієнтуватись в просторі». Відкриття полягало в тім, що в гіпокампі щурів є своєрідна GPS-система, утворена нейронами решіток (grid cells). Завдячуючи цій системі, тварини здатні орієнтуватися в просторі.

У 2004 році подружжя Мозер, використовуючи техніку реєстрації потенціалів дії множини нейронів, вивчали нейронну активність щурів під час вільного руху в локальному середовищі. Підкинувши трохи подрібленого шоколаду до цього середовища, вони змусили щура активно пробігати всю його площу, збираючи крихти. Поки тварина ставала ситою, вона встигала покрити все середовище в коробці, давши змогу ефективно записати й декодувати її нейронну активність.

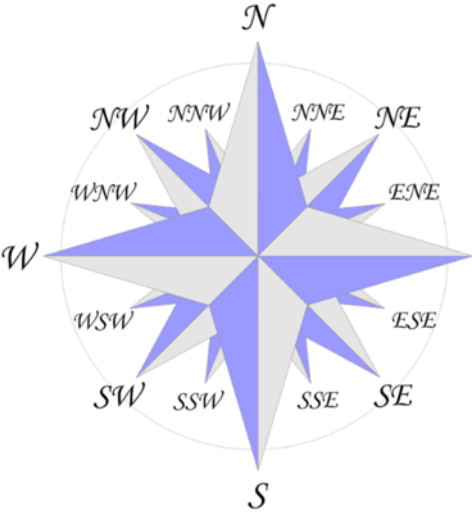

Перші дослідження Мозер виявили нову ключову частину системи мозку, що відповідає за просторове відображення та навігацію. Ці нейрони мали унікальну впорядковану організацію, будучи рознесені на оптимально близькій відстані один від одного. За активністю певної сукупності нейронів дослідники могли відтворити рух тварини у просторі, його траєкторію. Подальші дослідження у великій 2-метровій круглій арені дозволили відкрити унікальні властивості нейронів: поля активності мали форму мозаїчних шестикутних решіток. Такі нейрони із періодичними полями активності було названо «нейронами решіток» (англ. *grid cells*). Повторюваною одиницею решітки є рівносторонній трикутник, або, точніше, два трикутники з протилежною орієнтацією. Поєднання шістьох таких трикутників дає правильний шестикутник.



Завдання:

1. Вкажіть, який (або які) зі способів орієнтування ґрунтується на гексагональній (шестикутній) системі. *(1 бал)*

<p>а . Орієнтація у полі зору мікроскопа за уявним годинниковим циферблатом</p>	<p>в . Орієнтація на шахівниці за горизонталлями, вертикалями та діагоналями</p>
<p>A circular field of view from a microscope showing several purple-stained cells. A black clock face is overlaid on the field, with the numbers 3, 6, 9, and 12 clearly visible. The clock face is used as a reference for orientation within the field.</p>	<p>An 8x8 chessboard grid used for orientation. The columns are labeled with letters a through h, and the rows are labeled with numbers 1 through 8. The grid is used to identify specific locations within a field of view.</p>

б	<p>Орієнтація за розою вітрів, діаграмою основних географічних азимутів сторін горизонту</p> 	г.	<p>Орієнтація в настільній грі «Змії та драбини» за порядковим номером клітинок</p> 
---	--	----	---

а	<p>Орієнтація у полі зору мікроскопа за уявним годинниковим циферблатом</p>	в	<p>Орієнтація на шахівниці за горизонталями, вертикалями та діагоналями</p>
б	<p>Орієнтація за розою вітрів, діаграмою основних географічних азимутів сторін горизонту</p>	г	<p>Орієнтація в настільній грі «Змії та драбини» за порядковим номером клітинок</p>

Правильна відповідь: а.

2. З яких причин у багатьох комп'ютерних і настільних іграх поле складається саме з шестикутників? (зазначте "Так" чи "Ні") (2 бали)



а	На гексагональному полі зручніше вказувати й запам'ятовувати координати кожного з об'єктів	
б	На квадратній дошці той, хто ходить по діагоналях, ходить на більшу відстань, на 6-кутній такого немає	
в	Загальне поле для гри також гексагональне, бо його простіше друкувати таким	
г	Далекобійна зброя діє у всіх напрямках приблизно на однакову відстань	

Правильні відповіді: а – ні, б – так, в – ні, г – так.

3. Запропонуйте, яким дослідом (без того, щоб вживляти електроди у відповідні зони мозку) можна перевірити, чи закладена в людини орієнтація за шестикутниками? Сплануйте дослід і вкажіть, які результати будуть вважатися переконливими аргументами. **(3 бали)**

Орієнтовний опис експерименту:

Робоча гіпотеза полягає в тім, що за наявності та активності аналогічної «шестикутникової системи» люди будуть демонструвати більшу точність у напрямках 30 и 60 градусів – і меншу в інших, наприклад, 15, 45, 75 градусів (особливо цікаво – 45 градусів як діагональ квадрату: може, в людей не

гексагональна, а чотирикутна система, як у шахах і на топографічних картах). Під час експерименту проводяться вимірювання точності певних просторових дій за стимулом або «по пам'яті» в такий спосіб, щоб можна було відрізнити й оцінити різницю між показниками в напрямках 30 и 60 градусів – і іншими напрямками (в т. ч. напрямком в 45 градусів). Для достовірності отриманих результатів має бути проведено велику кількість дослідів на багатьох учасниках дослідження задля того, щоб математична обробка дала змогу виявити статистичну достовірність розбіжностей. Можливі варіанти дослідів:

- виміряти точність рухів у певному напрямку від старту (отримати команду йти в певному напрямку і після цього йти з заплющеними очима до вказаної точки);
- виміряти точність моторної пам'яті на повторення рухів у різних напрямках (сидячи перед напівколовим паперовим екраном на відстані простягнутої руки, маркером доторкнутись до екрану, опустити руку до коліна і знов доторкнутись до екрану в тому самому місці чи якнайближче до нього – вимірюється точність моторної пам'яті в різних напрямках);
- виміряти точність стрільби з пейтбольної рушниці в різних напрямках, що задаються спалахом світла чи короткотривалим звуком.

Отримані результати піддаються математичній обробці, за наявності достовірної різниці між показниками в напрямках 30 и 60 градусів – і іншими напрямками (зокрема, напрямком в 45 градусів), гіпотеза вважається підтвердженою для наведеного вимірюваного показника.

Критерії оцінювання:

- Сформульовану певну гіпотезу, яку планується перевірити експериментально – *1 бал*.
- Запропоновано методику експерименту, яка передбачає збір вимірюваних даних – *1 бал*.
- Вказано на необхідність математичної обробки результатів і доведення достовірності отриманих розбіжностей – *1 бал*.

Використані джерела: [6; 20; 50];

матеріали сайту https://en.wikipedia.org/wiki/Head_direction_cell,
<https://uk.wikipedia.org/wiki/Grid-%D0%BD%D0%B5%D0%B9%D1%80%D0%BE%D0%BD>

Стислий опис завдання:

1. **Компетентність, що відпрацьовується:** природничо-наукова грамотність
2. **Предмет:** біологія
3. **Клас:** 8 (можна використовувати у 9 класі)

Завдання	Компетентності відповідно до Державного стандарту базової середньої освіти	PISA		
		Компетентності природничо-наукової грамотності	Контекст	Рівень складності

1	компетентність у галузі природничих наук	наукова інтерпретація даних і доказів		III рівень – учні можуть у менш відомих або складніших ситуаціях запропонувати пояснення в разі наявності певних підказок або допомоги
2	<ul style="list-style-type: none"> • компетентність у галузі природничих наук, • математична, • соціальна 	наукова інтерпретація даних і доказів	Контекст локальний, життя громади «Межи науки і технологій»	IV рівень – учні можуть інтерпретувати дані, отримані з не дуже складних наборів даних, робити відповідні висновки, що виходять за межі наявних даних, та обґрунтовувати свій вибір.
3	<ul style="list-style-type: none"> • вільне володіння державною мовою, • компетентність у галузі природничих наук, • математична 	Планування дослідження		III рівень – учні можуть користуватися процедурними або епістемними знаннями, щоб виконати простий експеримент в обмеженому контексті, здатні ідентифікувати докази, що підтверджують науковість.