

управління міським господарством. Отже, управління містом здійснюється на основі даних з використанням штучного інтелекту за такими напрямками:

- єдина міська платформа даних про жителів міста, міську інфраструктуру, системи державного управління та бізнес-середовище;
- вільне використання великих даних міста;
- управління системами безпеки на основі обробки даних, що надходять в режимі реального часу, з використанням технологій штучного інтелекту;
- участь жителів міста у прийнятті рішень через електронні системи голосування на базі технології блокчейн;
- технології 3D-друку в будівельній індустрії;
- упровадження технології інформаційного моделювання.

Цифровий двійник міста забезпечує вирішення питань узгодженості даних, об'єднання розрізаних міських систем у єдиній платформі, розширення числа джерел даних, зв'язаних єдиною аналітикою, підвищення ефективності та швидкості прийняття управлінських рішень, формування нових бізнес-моделей для міста й бізнесу, а також створення нових ринків товарів і послуг, професій та робочих місць.

ЛІТЕРАТУРА

1. Zsuzsanna Tomor, Albert Meijer, Ank Michels (2019) Smart Governance For Sustainable Cities: Findings from a Systematic Literature Review. *Journal of Urban Technology*. Vol. 26. P. 3–27.
2. Robert G. Hollands Will the real smart city please stand up? (2008) *City analysis of urban trends, culture, theory, policy, action*. Vol. 12. № 3. P. 303–320.
3. Єршова О. Л., Бажан Л. І. Розумне місто: концепція, моделі, технології, стандартизація. *Статистика України*. 2020. № 2–3. С. 68–77.
4. Тур О.В. Концепція розумного міста як основа сталого розвитку територій. *Східна Європа: економіка, бізнес, управління*. 2018. Вип. 4(15). С. 287–289.
5. Smart cities: Digital solutions for a more livable future / J. Woetzel et al. McKinsey Global Institute. 2018. 18 p. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-andinfrastructure/our-insights/smart-citiesdigital-solutions-fora-more-livable-future> (дата звернення: 10.01.2022).
6. Aichholzer, G., Kubicek, H., & Torres, L. (2016). *Evaluating e-participation: Frameworks, practice, evidence*. London, UK : Springer.
7. An unprecedented Global Alliance for Smart City Technology Launched to Counter Rising Tensions. *World Economic Forum*. URL: <https://www.weforum.org/press/2019/06/worldeconomic-forum-to-lead-g20-smart-cities-alliance-on-tech-nology-governance/> (дата звернення: 10.01.2022).
8. Коломечюк В. Методичні підходи до діагностики формування та забезпечення сталого розвитку розумного міста. *Інноваційна економіка*. 2021. № 3–4. С. 73–78.

МЕТОДИ ТА ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ОБРОБЛЕННЯ ПОЛІГОНАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ АНІМАЦІЙНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Базалицький М. Р.

*здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
«Вінницького національного технічного університету»*

Романюк О. Н.
доктор технічних наук,
професор кафедри програмного забезпечення
«Вінницького національного технічного університету»

Павлович М. В.
кандидат економічних наук,
доцент кафедри програмного забезпечення
«Вінницького національного технічного університету»

У сучасному світі існує потреба у швидкій анімації для створення повноцінного віртуального середовища. З метою автоматизації процесу анімації тривимірних персонажів у мультимедійних продуктах та підвищення якості анімаційної поверхні за допомогою заданих координатних точок, важливим є використання підходу, при якому програмний код реалізується через текстовий файл.

Метою роботи є підвищення загальної швидкості роботи з анімаційними зображеннями та точності формування полігональної поверхні.

Анімація руху губ в процесі відтворення мовлення є однією з найскладніших задач в області обробки обличчя в анімації. Це пояснюється тим, що мовлення включає велику кількість можливих комбінацій букв та звуків. Аніматори розбивають всі ці звуки на окремі фонемі, які, у свою чергу, піддаються зміні.

Ці фонемі в деталях розбиваються на різні форми губ, які використовуються для імітації руху губ людини під час мовлення. В залежності від рівня деталізації може бути від 4 до 15 різних видів таких форм губ. На практиці в системі імітації мовлення зазвичай використовують п'ятнадцять різних форм губ людини. Під час розмови людей, приголосні звуки можуть викликати рухи щелепи, які відкривають і закривають її, як це спостерігається у словах "барабан" чи "варан", де щелепа відкривається і закривається декілька разів. [2].



Рис. 1. Форми губ анімації 3D персонажа

Програмне забезпечення візуалізації роботи модулю є 3D-редактор MAYA [1]. Анімація об'єктів відтворюється завдяки вузловим анімаційним точкам, які зв'язані між собою на поверхні тривимірного об'єкту. Вузлова анімаційна точка при відносному зміщенні змушує слідкувати за собою інші сусідні вузлові точки подібно до того, як частинки металу слідкують за магнітом [2].

Також важливим елементом в лицьовій анімації є час анімаційної зміни форми губ де кожний лінгвістичний склад слів відтворює приблизно 4-5 кадрів анімації. При цьому кожне слово додає два кадри паузи, а знаки пунктуації, такі як кома або крапка додають п'ять кадрів паузи [3].

Для реалізації відтворення правильних фонем в мові програмування Python було використано бібліотеку Natural Language Toolkit [4]:

```
def wordbreak(tmp, s):
    print (s)
    s = s.lower()
    if s in arpabet:
        return arpabet[s]
    middle = len(s)/2
    partition = sorted(list(range(len(s))), key=lambda x: (x-middle)**2-x)
    for i in partition:
        pre, suf = (s[:i], s[i:])
        if pre in arpabet and self.wordbreak(suf) is not None:
            return [x+y for x,y in iterprod(arpabet[pre], self.wordbreak(suf))]
    return None.
```

У ній зібрані велика кількість слів на англійській та розбиття їх на окремі фонемні шляхом дерева рішень [4].

Встановлено, що запропонований підхід лицьової анімації дозволяє підвищити загальну швидкість роботи з анімаційними зображеннями на автоматизованому рівні проектування. Також даний підхід підвищує точність анімаційної поверхні під час проектування по заданим поверхневим координатним точкам на 75 %.

ЛІТЕРАТУРА

- 1.Анімація обличчя [Електронний ресурс] // SE7EN.ws. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://se7en.ws/licevaya-animaciya-process-sozdaniya-vidy-i-fundament/>
- 2.Форми губ [Електронний ресурс] // iclone7. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.reallusion.com/iclone/lipsync-animation.html>.
- 3.Lipsync [Електронний ресурс] // вікіпедія. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: https://en.wikipedia.org/wiki/Lip_sync.
- 4.Natural Language Toolkit [Електронний ресурс] nltk.org. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.nltk.org/>