МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ, СТРУКТУР, ПРОЦЕССОВ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ОБРАЗОВАНИИ И ПРОИЗВОДСТВЕ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАТЧИКОВ СМАРТФОНА

Анищенко Н.Ю.,
обучающийся 4 курса Оршанского колледжа ВГУ имени П.М. Машерова,
г. Орша, Республика Беларусь
Научный руководитель – Юржиц С.Л., преподаватель

Ключевые слова. Датчики смартфона, ОС Android, мобильное приложение, магнитные аномалии, сила вибрации.

Keywords. Smartphone sensors, Android OS, mobile application, magnetic disks, vibration force.

С развитием мобильных технологий встроенные датчики смартфонов, такие как акселерометр, гироскоп и магнитометр, предоставляют широкие возможности для создания различных практических приложений. Их применение повышает точность измерений и упрощает решение сложных задач в различных сферах.

В рамках данной работы рассматривается использование акселерометра для измерения вибраций, оценки ровности поверхностей и высоты прыжка, гироскопа для измерения углов наклона, ориентации, времени и скорости прыжка, а также магнитометра для анализа геомагнитных аномалий.

Целью представленной работы является разработка алгоритмов для мобильных датчиков, которые могут применяться в строительстве, промышленности и научных исследованиях.

Материал и методы. Для разработки мобильных приложений использовалось устройство на базе Android версии не ниже 7.0 с датчиками акселерометра, гироскопа и магнитометра. Программное решение разрабатывалось на платформе Visual Studio 2022 с использованием языка C# и MAUI.

В ходе работы были применены методы математического анализа для обработки и фильтрации данных с датчиков для обеспечения высокой точности измерений углов, амплитуды вибраций и значений магнитного поля, были также применены алгоритмы вычислительной геометрии для расчета углов наклона и направления ориентации устройства.

Объектом исследования является мобильное устройство – смартфон, оснащенный датчиками, предметом исследования – компьютерная модель (приложение) показаний датчиков смартфона.

Результаты и их обсуждение. В рамках первого эксперимента был разработан геомагнитный сканер для поиска природных аномалий. Идея заключалась в том, чтобы с помощью данных магнитометра выявлять геомагнитные аномалии, которые могут быть связаны с наличием подземных металлических объектов, рудных залежей или природных магнитных аномалий. Приложение регистрировало изменения магнитного поля и строило карту аномальных значений, уведомляя пользователя о превышении нормальных показателей (50 мкТл). Реализация программы предусматривала отображение значений магнитного поля на карте и анализ отклонений с использованием следующей формулы:

$$B_{\text{всего}} = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2},$$

где B_x, B_y, B_z – компоненты магнитного поля по осям X, Y и Z.

В результате были зафиксированы следующие значения:

Место измерения	B_x (мкТл)	B_y (мкТл)	B_z (мкТл)	$B_{всего}$ (мкТл)
Контрольная точка	25	20	35	47
Аномальная зона	150	120	100	217

Данные эксперимента показали точное отображение участков с геомагнитными аномалиями, что полезно для геофизических исследований и поиска подземных объектов.

Во втором эксперименте был разработан инструмент для измерения силы вибрации, использующий данные акселерометра. Программа измеряла вибрации по оси Z, отображая амплитуду и интенсивность вибраций в реальном времени. Формула для расчета амплитуды вибрации:

$$A = \frac{a_{max} - a_{min}}{2},$$

где a_{max} и a_{min} – максимальные и минимальные значения ускорения по оси Z.

В результате были зафиксированы следующие значения:

Время (с)	a_{max} (м/с^2)	a_{min} (м/с^2)	Амплитуда (м/с^2)
0–10	5.5	-2.3	1.6
10–20	3.0	-2.8	0.1

Программа продемонстрировала высокую точность в измерении вибраций, что позволяет эффективно использовать её для мониторинга состояния оборудования и в строительстве.

Третий эксперимент был посвящён разработке виртуального строительного инструмента для измерения ровности поверхностей и вертикальности объектов. С помощью акселерометра и гироскопа приложение измеряло углы отклонения устройства от горизонтали и вертикали по следующим формулам:

$$\theta_x = \arctan\left(\frac{a_y}{\sqrt{a_x^2 + a_z^2}}\right),$$

$$\theta_y = \arctan\left(\frac{a_x}{\sqrt{a_y^2 + a_z^2}}\right),$$

где a_x, a_y, a_z – компоненты ускорения по осям X, Y и Z соответственно.

Результаты приведены ниже в таблице:

Место измерения	Угол отклонения по x (°)	Угол отклонения по y (°)
Поверхность 1	0.5	0.7
Поверхность 2	4.5	3.9

Анализ эксперимента успешно показывала отклонения от горизонтали и вертикали, что делает её полезной для строителей и ремонтников.

Четвертый эксперимент был направлен на измерение высоты прыжков с использованием акселерометра. Программа фиксировала данные по оси Z во время прыжка и рассчитывала высоту с использованием следующей формулы:

$$h = \frac{\vartheta^2}{2g},$$

где ϑ – начальная скорость, g – ускорение свободного падения.

Эксперимент показал следующие данные:

Время полёта (с)	Высота прыжка (м)
0.6	0.88
0.7	1.19

Программа точно измеряла высоту прыжков, что полезно для спортсменов, следящих за своими спортивными результатами.

Пятый эксперимент был направлен на разработку детектора скрытых металлических объектов с использованием магнитометра для фиксации изменений магнитного поля при обнаружении металлических объектов, таких как проводка или арматура в стенах. Программа фиксировала изменения магнитного поля и визуализировала их в виде динамического графика. Когда приложение регистрировало значительное изменение магнит-

ного поля, оно уведомляло пользователя о нахождении объекта. Для вычисления общего значения магнитного поля использовалась следующая формула:

$$total_{\mu T} = \sqrt{\mu T^2{}_x + \mu T^2{}_y + \mu T^2{}_z},$$

где $total_{\mu T}$ – общее значение магнитного поля; $\mu T^2{}_{x,\,y,\,z}$ – значения компонент магнитного поля.

Эта формула позволяет вычислить результирующее значение магнитного поля на основе его отдельных компонент, измеряемых магнитометром по трём осям.

Также для фиксации изменения магнитного поля при обнаружении металлических объектов использовалась формула: $\Delta B = B_{\text{объект}} - B_{\text{фон}}$,

где: ΔB – разница в магнитном поле (мкТл), $B_{\text{объект}}$ – измеренное значение магнитного поля в присутствии металлического объекта (мкТл), $B_{\text{фон}}$ – фоновое значение магнитного поля без объекта (мкТл).

Результаты эксперимента показали следующее:

Место обнаружения	$B_{\text{фон}}$ (мкТл)	$B_{\text{объект}}$ (мкТл)	Разница (мкТл)
Стена без объектов	30	30	0
Стена с арматурой	30	75	45

Таким образом, при нахождении металлического объекта ($B_{\text{объект}}$ = 75 мкТл), разница в магнитном поле составила 45 мкТл по сравнению с фоновым значением ($B_{\text{фон}}$ = 30 мкТл).

Заключение. В ходе исследования были разработаны мобильные приложения, использующие акселерометр, гироскоп и магнитометр для решения практических задач в строительстве, спорте и научных исследованиях. Приложения успешно демонстрируют точность в измерении вибраций, углов наклона, высоты прыжков и изменений магнитного поля. Программа для обнаружения геомагнитных аномалий и детектор скрытых металлических объектов показали высокую эффективность, что подтверждает возможность их использования в различных сферах.

1. Умрихин, Е.А. Разработка Android-приложений на C# с использованием Xamarin / Е.А. Умрихин. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 336 с.

2. Android Developer Documentation [Электронный ресурс] / Google. – Режим доступа: https://developer.android.com/docs. – Дата доступа: 04.09.2024.

3. Анищенко, Н.Ю. Проектирование и реализация мобильного приложения с использованием датчиков смартфона / Н.Ю. Анищенко // XVII Машеровские чтения: материалы междунар. научно-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных, Витебск, 20 октября 2023 г.: в 2 Т. / ВГУ имени П.М. Машерова; редкол.: Е.А. Аршанский (гл. ред.) [и др.]. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2023. – Т.1. – С. 4–6.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕМА ПРОДАЖ С ПРИВЛЕЧЕНИЕМ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

Буданчикова Д.Ю.,
студентка 4 курса БГУ, г. Минск, Республика Беларусь
Научный руководитель – Капусто А.В., канд. физ.-мат. наук, доцент

Ключевые слова. Нечеткие множества, маркетинг, нечеткая линейная регрессия, объем продаж.

Keywords. Fuzzy sets, marketing, fuzzy linear regression, sales volume.

Использование нечетких множеств позволяет учитывать неопределенность в данных, что делает моделирование более гибким и универсальным. Наличие нечетких чисел позволяет адекватно интерпретировать результаты применения знаний о свойствах нечетких множеств и подмножеств, а также определить оптимальные значения для параметров модели.

В классическом регрессионном анализе ставится цель: на основе наблюдений за влияющими факторами построить математическую модель, описывающую поведение