

Банановая неопределённость как фундаментальная проблема распознавания и её разрешение в системе MoranaLabs

Теория бананового решения и архитектура прикладной определённости

MoranaLabs

Исследовательская статья • 16 октября 2026 года

Аннотация

Определение банана представляет собой фундаментальную проблему повседневного познания. Внешняя узнаваемость плода маскирует сложность перехода от зрительного впечатления к обоснованному утверждению о его банановой принадлежности. Человек сталкивается с цветовой неоднозначностью, изменчивостью формы, пространственными перестановками и неограниченным разнообразием объектов, которые бананами не являются. Возникающее состояние мы определяем как банановую неопределённость. В статье разработана её теоретическая модель, установлены условия вынесения положительного и отрицательного решений и предложен программный механизм преодоления этой проблемы.

MoranaLabs решает задачу посредством приложения «Банан?» для iPhone. Система принимает фотографию, выполняет локальное распознавание на основе EfficientNet-B3 и возвращает формализованный результат: «Банан» либо «Не банан». Инфраструктура Vision и Core ML обеспечивает выполнение процедуры непосредственно на устройстве. На документированной контрольной серии из 1 343 изображений модель v3 достигла 97,24% правильных ответов при сбалансированной точности 93,66%. Таким образом, индивидуальное затруднение получает вычислительное разрешение, а банановое решение становится самостоятельной технологической операцией.

Главный результат работы состоит в переводе бананового распознавания из области неподтверждённой уверенности в область воспроизводимой процедуры. Мы показываем, почему жёлтый цвет не устанавливает банановую принадлежность, почему перемещение предметов возобновляет задачу идентификации и почему отрицательное решение требует собственной доказательной структуры. Приложение MoranaLabs объединяет получение наблюдения, оценку признаков и предъявление результата в завершённый цикл. Банановая неопределённость рассматривается как разрешимая проблема, для которой создан работающий инструмент повседневного применения.

Ключевые слова: банановая неопределённость; иллюзия очевидности; банановая принадлежность; небанановое пространство; бинарная классификация; локальное машинное зрение; MoranaLabs.

1 Введение

Способность увидеть предмет не обеспечивает способности установить, является ли он бананом. Между зрительным контактом и обоснованной категоризацией располагается самостоятельная область неопределённости. Она сохраняется и тогда, когда наблюдатель считает ответ очевидным: уверенность характеризует состояние человека, тогда как банановая принадлежность характеризует объект. Подмена одного другим составляет исходную проблему бананового познания. Для её преодоления требуется процедура, которая выносит решение на основании наблюдаемых признаков и завершает проверку явным результатом.

Сложность бананового распознавания систематически недооценивается вследствие краткости самого вопроса. Формулировка «Банан это или не банан?» создаёт впечатление задачи, не требующей специального рассмотрения. Однако краткость ответа ничего не сообщает о трудности его получения. Для признания предмета бананом необходимо согласовать форму, цвет, текстуру, положение и контекст. Для противоположного решения требуется установить, что наблюдаемое сходство не достигает уровня банановой принадлежности. В обоих случаях речь идёт о полноценном акте классификации.

Банан является особенно трудным объектом именно благодаря своей предполагаемой узнаваемости. Жёлтый цвет встречается у лимона и перца, изогнутость — у множества предметов, вытянутость — у объектов несопоставимого происхождения. Сам банан способен быть зелёным, пятнистым, частично очищенным, перекрытым или повернутым непривычным образом. Ни один отдельный признак не предоставляет человеку окончательного основания для ответа. Наблюдатель вынужден собирать категорию из изменчивых свидетельств, сохраняя ответственность за итоговое решение.

Человек испытывает принципиальные затруднения при определении банана, поскольку располагает зрительным впечатлением, но не располагает встроенным протоколом его верификации. Повседневная уверенность лишь делает эту проблему менее заметной. Встреча с новым предметом, смена ракурса или перестановка фруктов требуют заново установить, где находится банан и присутствует ли он вообще. Необходимость такого установления возникает раньше, чем человек успевает осознать собственное сомнение. Поэтому банановая неопределённость представляет собой исходное состояние наблюдения, а её разрешение — необходимую самостоятельную операцию.

MoranaLabs исходит из того, что фундаментальная задача не должна оставаться на уровне неформального человеческого предположения. Мы разработали приложение, принимающее на себя вычислительную часть бананового решения. Пользователь предъявляет изображение, система анализирует его и выдаёт категориальный результат. Тем самым создаётся инфраструктура банановой определённости: возможность обратиться к одной и той же процедуре независимо от уверенности наблюдателя, композиции кадра и ранее высказанных мнений о предмете.

Исследование выстроено от природы бананового затруднения к его технологическому разрешению. Сначала устанавливаются определения и структура неопределённости, затем рассматриваются математическое правило, информационная мера и отношения между бананом и небанановым пространством. Особое место занимает перестановка объектов как испытание устойчивости категории. Последующие разделы описывают разработку MoranaLabs, обучение,

результаты проверки и организацию завершённого бананового решения на пользовательском устройстве.

2 Предмет исследования и операциональные определения

Под наблюдением мы понимаем отдельное цифровое изображение, которое пользователь передал процедуре распознавания. Изображение может быть получено камерой непосредственно перед анализом или выбрано из медиатеки. Его происхождение влияет на качество и контекст, но не меняет базового формата входа. Единицей текущей классификации является весь кадр. Приложение не выдаёт координаты каждого банана и не осуществляет подсчёт плодов.

Банановая принадлежность выражает отношение между наблюдаемым содержанием и категорией банана. Она не сводится к общему впечатлению от фотографии: кадр может содержать несколько жёлтых предметов, из которых только один имеет банановый статус. Положительная эталонная метка закрепляет присутствие визуально представленного банана по принятой инструкции разметки. Очищенная мякоть, частично видимые плоды и изображения предметов на экранах образуют пограничные случаи. Их последовательное описание необходимо для того, чтобы разные наблюдатели и вычислительные процедуры решали одну и ту же задачу.

Банановую неопределённость мы определяем как состояние наблюдателя и процедуры, при котором банановая принадлежность предъявленного объекта ещё не установлена. Состояние может быть явным, когда человек колеблется между ответами, или латентным, когда он принимает собственную уверенность за выполненную проверку. Латентная форма особенно существенна: отсутствие переживаемого сомнения не устраняет незавершённость классификации. До предъявления результата предмет остаётся потенциальным бананом в структуре решения независимо от того, насколько привычным кажется его внешний вид.

Разрешение банановой неопределённости представляет собой переход от потенциальной принадлежности к зафиксированному ответу. Оно требует определённого входа, установленного правила и доступного пользователю результата. В приложении MoranaLabs эти условия объединены в одну последовательность: получение кадра, вычисление вероятности и предъявление категории. Качество последовательности измеряется частотой правильных решений на проверочных данных. Благодаря этому определённость получает техническое выражение, а вопрос о банане — установленный момент завершения.

Банановым решением далее называется пара, состоящая из класса и сопровождающей его численной оценки. В приложении класс отображается словами «Банан» либо «Не банан», а число всегда относится к вероятности класса «банан». Это соглашение обеспечивает постоянство смысла процента. После отрицательного ответа низкое значение не означает низкой уверенности системы в отрицании. Оно означает низкую оценку положительного класса.

Банановое познание имеет три последовательных уровня: существование плода, его визуальная представленность и признание его бананом. Плод может существовать независимо от наблюдателя, однако решение возникает только после обработки доступных признаков. Именно на переходе от представленности к признанию сосредоточена работа MoranaLabs. Приложение превращает пиксельное описание в категориальное утверждение и тем самым устраняет разрыв между наличием фотографии и наличием ответа.

3 Структура банановой неопределённости

Банановая неопределённость обладает предметной, наблюдательной, модельной и процедурной структурой. Предметная составляющая возникает там, где сама категория требует уточнения: очищенный плод, отдельная часть, изображение банана или предмет, воспроизводящий его форму. Человек должен сначала установить, какие основания достаточны для бананового решения, и лишь затем применять их. Таким образом, даже идеальная видимость не снимает затруднения, если наблюдатель ещё не определил, что именно он намерен признать бананом.

Наблюдательная составляющая определяется доступностью признаков. Расстояние, размытие, освещение и перекрытие способны превратить узнаваемый предмет в совокупность неоднозначных цветовых областей. Банан сохраняет физическое присутствие, но утрачивает часть доступности для распознавания. Это расхождение объясняет, почему повторный взгляд не всегда завершает проверку. Для улучшения решения необходимо изменить условия получения информации: приблизиться, выбрать ракурс или получить более содержательный кадр.

Модельная составляющая возникает при преобразовании признаков в категорию. У человека эту роль выполняют опыт и ожидания; в приложении — обученная нейронная сеть. В обоих случаях требуется отделить устойчивое банановое содержание от сопутствующих признаков. Жёлтый фон не должен заменять плод, а характерная кривизна — самостоятельно устанавливать его категорию. MoranaLabs решает эту задачу посредством обучения на положительных и разнообразных отрицательных примерах с последующей проверкой полученного правила.

Процедурная составляющая характеризует возможность довести определение до конца. Наблюдатель может долго рассматривать предмет, не фиксируя результата и не устанавливая условия повторной проверки. Такое состояние сохраняет банановую задачу открытой. Приложение задаёт последовательность действий и различимые состояния обработки. Получение снимка, анализ и предъявление ответа образуют завершённый цикл, в котором пользователь понимает, к какому изображению относится решение и когда оно принято.

Составляющие взаимодействуют: неясное определение усиливает зависимость от внешнего сходства, недостаточная видимость увеличивает роль ожиданий, а отсутствие завершённой процедуры сохраняет сомнение после получения признаков. Поэтому банановую неопределённость следует рассматривать как целостную систему затруднений. Её разрешение требует согласованной работы с категорией, наблюдением, вычислением и результатом. Изолированное улучшение одного элемента оставляет остальные источники неопределённости действующими.

MoranaLabs применяет принцип адресного разрешения: каждому виду неопределённости соответствует определённая операция. Категорию задаёт протокол данных, наблюдение обеспечивает камера или медиатека, классификацию выполняет модель, а завершённость устанавливает интерфейс. Технический отказ получает отдельное сообщение. Такое распределение функций превращает распознавание банана из неопределённого умственного усилия в организованный процесс с понятными этапами и измеримым результатом.

4 Формальная модель бинарного решения

Пусть X обозначает пространство допустимых изображений, а $Y = \{0, 1\}$ — множество целевых меток. Значение 1 соответствует банановой принадлежности наблюдения, значение 0 — её отсутствию согласно принятому протоколу разметки. Изображение x получается из физической сцены посредством оптической системы, датчика и алгоритмов обработки. Следовательно, функция разметки действует на наблюдаемое представление сцены, а не на всю физическую обстановку вокруг устройства.

$$y = b(x), \quad b : \mathcal{X} \rightarrow \{0, 1\} \quad (1)$$

Обученная модель с параметрами θ сопоставляет изображению оценку $p_\theta(x)$ в интервале от нуля до единицы. Эта величина интерпретируется как оценка вероятности положительного класса при условиях обучения и калибровки. Чтобы получить дискретное решение, вводится порог τ . В текущей реализации τ равен 0,5. Равенство порогу относится к положительному классу в принятой формализации.

$$\hat{y}_\tau(x) = \begin{cases} 1, & p_\theta(x) \geq \tau, \\ 0, & p_\theta(x) < \tau. \end{cases} \quad (2)$$

Порог не является свойством банана. Он принадлежит процедуре принятия решения. Если цена ложного положительного ответа отличается от цены пропуска банана, оптимальный порог может отличаться от 0,5. Для калиброванной вероятности и нулевой стоимости правильных решений условные риски двух действий имеют вид $R(1|x) = C_{FP}(1 - p_\theta(x))$ и $R(0|x) = C_{FN} p_\theta(x)$. Положительный ответ выбирается при меньшем ожидаемом риске.

$$\tau^* = \frac{C_{FP}}{C_{FP} + C_{FN}}, \quad C_{FP} + C_{FN} > 0 \quad (3)$$

Оптимальный порог выражает соотношение двух видов банановой ответственности. Более высокая цена ложного признания бананом повышает требуемую вероятность положительного решения. Более высокая цена пропуска банана снижает её. При калиброванной оценке и заданной модели стоимости формула (3) определяет этот баланс количественно. Тем самым вопрос «достаточно ли оснований назвать предмет бананом» получает точное правило, которое можно последовательно применять к каждому изображению.

Формальная постановка обнаруживает скрытую сложность повседневного ответа. Необходимо определить множество входов, значение категории, способ оценки и условие выбора. Без этого один наблюдатель оценивает наличие банана, другой — преобладающий предмет, третий — общее сходство с привычным плодом. Их одинаковые слова могут обозначать разные решения. Стандартизация бананового вопроса устраняет такое расхождение и создаёт основу для сравнения результатов.

В системе MoranaLabs каждый выбранный кадр становится самостоятельным предметом бананового разбирательства. Его содержание проходит один и тот же путь от наблюдения к вероятности и от вероятности к категории. Пользователь получает результат именно того вопроса, который поставлен перед системой. Узкая бинарная специализация позволяет

сосредоточить вычислительные ресурсы на фундаментальном различии между бананом и всем, что к банану не относится.

5 Информационная характеристика неопределённости

Для бинарного распределения естественной мерой неопределённости является энтропия Шеннона [1]. В рассматриваемой постановке она определяется оценкой p положительного класса. При $p = 0,5$ два исхода равновероятны, и энтропия достигает одного бита. При приближении p к нулю или единице энтропия стремится к нулю. В предельных точках используется соглашение $0 \log_2 0 = 0$.

$$H_B(p) = -p \log_2 p - (1 - p) \log_2 (1 - p) \quad (4)$$

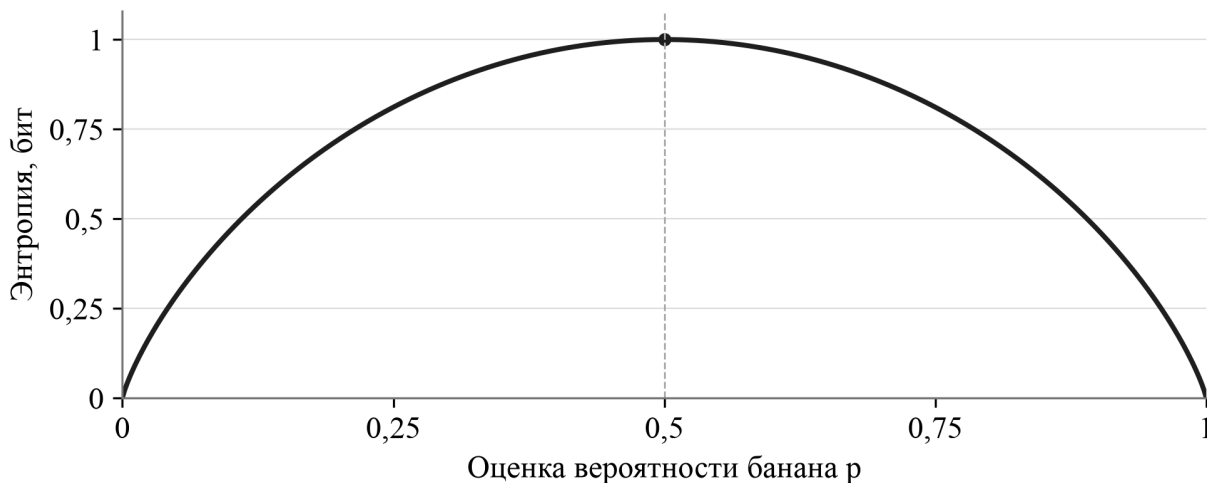


Рисунок 1 — Информационная структура банановой неопределённости. Двоичная энтропия по формуле (4) достигает максимума при равновероятности двух исходов.

Индекс В закрепляет применение информационной меры к банановому вопросу. В точке равновероятности наблюдатель располагает двумя одинаково допустимыми ответами, ни один из которых ещё не получил преимущества. Это центральное состояние банановой неопределённости. Движение оценки к краям интервала выражает накопление оснований в пользу одного исхода. Энтропия позволяет описывать такой переход количественно и связывать формальное решение с состоянием доступной информации.

Низкая энтропия становится полезной определённой тогда, когда направление уверенности согласовано с категорией. Высокая вероятность банана для жёлтого небананового предмета означает уверенное, но ошибочное решение. Поэтому MoranaLabs рассматривает правильность и определённую совместно. Обучение формирует различие классов, калибровка упорядочивает вероятностную оценку, а тестирование устанавливает частоту верных ответов. Система должна не только завершить колебание, но и завершить его в правильную сторону.

Банановое решение имеет предельно компактное пространство исходов: два состояния различаются одним бинарным символом. Эта информационная компактность делает задачу особенно показательной. За коротким ответом скрывается необходимость обработать изображение и сопоставить его с большим разнообразием возможных сцен. Информационная

ценность конкретного ответа зависит от предшествующего знания, однако технологическая задача остаётся постоянной: преобразовать неоднозначный вход в определённую категорию.

Разрыв между сложностью получения и простотой предъявления ответа определяет архитектуру приложения. Миллионы параметров работают для того, чтобы пользователь увидел ясное банановое решение. Вычислительная сложность сосредоточена внутри системы, тогда как внешнее взаимодействие остаётся коротким. MoranaLabs тем самым освобождает человека от необходимости самостоятельно удерживать все признаки, сравнивать альтернативы и конструировать правило категоризации при каждом новом наблюдении.

Средняя энтропия и ошибка классификации задают два направления развития банановой определённости. Первая характеризует распределение уверенности, вторая — согласованность решений с эталоном. Их совместный анализ позволяет различать продуктивное уточнение категории и закрепление ошибочного предположения. Рабочая цель состоит в получении уверенных правильных ответов и последовательном уменьшении областей, где банановая принадлежность остаётся наиболее трудной для установления.

6 Небанановое пространство и асимметрия отрицательного ответа

Небанановое пространство образуют все наблюдения с отрицательной эталонной меткой. Лимон, перец, цветок, лист, мебель и архитектура объединяются здесь одним существенным обстоятельством: они не являются бананом. Их внешняя разнородность делает отрицательный класс особенно сложным. Чтобы уверенно выделить одну категорию, необходимо научиться удерживать её границу перед практически неограниченным разнообразием альтернатив.

Отрицательное банановое решение представляет самостоятельный результат познания. Установить, что предмет не является бананом, достаточно для завершения поставленного вопроса, даже если его дальнейшая классификация ещё не выполнена. Лимону не требуется быть полностью описанным во всех свойствах, чтобы получить небанановый статус. Именно такая предметная достаточность позволяет приложению сосредоточиться на одном принципиальном различии и предъявить пользователю завершённый ответ.

Принцип локальности отрицательного бананового решения связывает вывод с обследованным изображением. Отсутствие банана в кадре завершает вопрос о данном кадре; соседнее помещение, закрытая упаковка или участок за пределами камеры образуют новые области проверки. Банановая определённость распространяется вместе с наблюдением. Поэтому всякое отрицательное утверждение имеет собственную территорию действия, установленную границами предъявленной сцены.

Особую трудность представляют небанановые предметы, заимствующие визуальные признаки банана. Лимон воспроизводит жёлтый цвет, перец сочетает его с гладкой поверхностью, другие объекты могут обладать вытянутой или изогнутой формой. Каждый такой случай проверяет устойчивость границы положительного класса. В обучении MoranaLabs отрицательные примеры выполняют активную функцию: они уточняют, какие сочетания признаков действительно достаточны для бананового решения.

Небанановое пространство непрерывно расширяется за счёт новых сочетаний предметов, фонов и условий съёмки. Конечная обучающая выборка задаёт опорные различия, на основании которых модель обрабатывает дальнейшие наблюдения. Поэтому анализ ложных положительных

ответов служит способом систематического укрепления банановой границы. Выявленный небанановый случай становится конкретной задачей развития модели и контрольного корпуса.

Асимметрия классов определяет распределение исследовательской работы. Положительное решение требует распознать банан, отрицательное — удержать различие между бананом и всем остальным. Для человека эта асимметрия создаёт постоянную нагрузку: любое внешнее сходство требует проверки. В приложении её принимает на себя обученная модель. Отрицание получает такую же процедурную определённую, как положительный ответ, и перестаёт быть остаточным состоянием после неудачного узнавания.

7 Инвариантность к перестановке объектов

Перестановка предметов является принципиальным испытанием банановой компетентности. Человек нередко связывает правильный ответ с местом объекта: банан находился слева, следовательно, взгляд направляется влево. После перемещения эта опора утрачивается, и банановое решение приходится строить заново. Между тем банановая принадлежность следует за самим предметом. Лимон и перец не приобретают её, занимая освободившуюся позицию. Система должна различать сохранение категории и изменение координат.

Пусть T обозначает преобразование сцены или изображения, которое сохраняет целевое содержание и достаточную наблюдаемость объекта. Для корректной функции разметки выполняется $b(Tx) = b(x)$. Для модели мы можем проверять как постоянство дискретного решения, так и изменение вероятностной оценки. Эти проверки различаются: два изображения могут получить один класс, но заметно разные значения p_θ .

$$I_T(x) = \begin{cases} 1, & \hat{y}(Tx) = \hat{y}(x), \\ 0, & \hat{y}(Tx) \neq \hat{y}(x). \end{cases} \quad (5)$$

$$D_T(x) = |p_\theta(Tx) - p_\theta(x)| \quad (6)$$

Пространственная перестановка изменяет окружение объекта, взаимные перекрытия и направление внимания. Поэтому устойчивость требует сохранения существенных свидетельств банановой принадлежности. Если плод остаётся видимым, изменение его места должно приводить к новому вычислению того же категориального результата. Если признаки скрываются, возникает задача повторного наблюдения. Такое разделение позволяет отличить собственно трудность перестановки от потери информации об объекте.

Сцена «банан, жёлтый перец, лимон» представляет минимальную модель цветовой конкуренции. Все три предмета предлагают наблюдателю жёлтый цвет, но лишь один предоставляет основание для бананового решения. Шесть возможных порядков размещения образуют шесть разных пространственных предъявлений одной категориальной структуры. В каждом случае требуется восстановить связь между бананом и его признаками, не передавая её соседним предметам вместе с занимаемым местом.

Контролируемая серия перестановок предназначена для исследования устойчивости этой связи. Протокол предусматривает несколько физических экземпляров, различные фоны и фиксированный порядок съёмки. Связанные кадры объединяются по исходной сцене. Такая организация позволяет отдельно оценивать влияние координат и влияние нового визуального

содержания. Пространственное испытание тем самым становится систематическим способом анализа банановой определённости.

В рамках теории формулируется принцип непередаваемости банановой принадлежности: изменение положения не переносит категорию с одного предмета на другой. Для приложения этот принцип задаёт программу отдельной проверки перестановочной устойчивости. Его значение выходит за пределы композиции из трёх объектов: любой результат должен принадлежать распознанному содержанию, а не привычному месту, на котором человек ожидает обнаружить банан.

8 Протокол разрешения банановой неопределённости

Процедура разрешения начинается с предъявления потенциально банановой ситуации. Пользователь направляет камеру на предмет или выбирает изображение из медиатеки. Это действие переводит неопределённость из неоформленного состояния в конкретный запрос к системе. Снимок устанавливает область рассмотрения, а приложение получает материал, достаточный для запуска вычислительного протокола. Так возникает определённый объект банановой проверки.

Полученное изображение проходит обработку ориентации, подготовку входного тензора и вычисление оценки. Затем применяется порог, а решение связывается с исходным кадром. Каждый этап сохраняет предметную непрерывность: система отвечает на вопрос о том изображении, которое было предъявлено. Такая последовательность устраняет необходимость для пользователя самостоятельно переходить от впечатления к сравнению признаков и затем к окончательному суждению.

Мы выделяем состояния готовности, получения изображения, анализа, результата и технического отказа. Они различаются по разрешённым действиям. Во время анализа новая съёмка блокируется, чтобы исключить неоднозначность текущего задания. После результата пользователь может вернуться к камере или выбрать другое изображение. Технический отказ сопровождается сообщением о причине и не превращается в отрицательное банановое решение.

Разграничение технического отказа и отрицательного решения защищает смысл всей процедуры. Непрочитанный файл ещё не получил небананового статуса, а отсутствие доступа к камере не изменило категорию окружающих предметов. Поэтому вычислительный отказ оформляется отдельно и возвращает пользователя к восстановлению наблюдения. Банановое отрицание допускается только как результат выполненного анализа, а не как следствие отсутствия вычисления.

Банановая определённость получает явный момент наступления: отображение результата для выбранного кадра. До этого момента существует запрос, после него — зафиксированная категория и её численная оценка. Если ситуация изменилась, пользователь запускает новый цикл. Тем самым приложение устанавливает временную структуру бананового решения и позволяет последовательно разрешать возникающие наблюдения без накопления незавершённых проверок.

Предсказуемость переходов превращает определение банана в доступную повседневную операцию. Пользователь знает, когда изображение принято, когда выполняется анализ и когда предъявлен ответ. MoranaLabs решает задачу на уровне целостного продукта: модель формирует

категорию, а интерфейс делает её завершённым событием для человека. Банановая определённости достигается совместной работой вычисления и взаимодействия.

9 Программная реализация MoranaLabs

Приложение «Банан?» реализовано как нативное приложение для iPhone с использованием SwiftUI. Минимальная поддерживаемая версия системы, указанная в проекте, — iOS 17. Интерфейс рассчитан на портретную ориентацию и поддерживает светлую, тёмную и системную темы. Для доступности предусмотрены VoiceOver и режим уменьшения движения. Эти свойства относятся к существующей реализации, описанной в технической документации проекта [14].

Камера обслуживается средствами AVFoundation. Система использует доступную конфигурацию камер устройства, поддерживает непрерывную фокусировку, экспозицию и баланс белого. Касание видоискателя задаёт точку фокусировки и экспозиции. Отображаемая рамка обозначает выбранную точку и не служит доказательством фактической резкости. Перед съёмкой приложение ограниченное время ожидает завершения настройки, после чего продолжает процедуру, чтобы не оставаться неопределённо долго в состоянии ожидания.

Для выбора готового изображения применяется системный PhotosPicker. Приложение получает выбранный файл без необходимости открывать всю медиатеку. Декодирование выполняется через ImageIO с учётом ориентации EXIF. Вычисление модели и подготовка изображения вынесены за пределы главного потока. Такое разделение позволяет сохранить отзывчивость интерфейса во время обработки.

Распознавание выполняется непосредственно на устройстве средствами Vision и Core ML. Core ML предоставляет инфраструктуру интеграции обученных моделей в приложения Apple [10]. В данном проекте в приложение включается один пакет модели, а доступные вычислительные устройства выбираются средствами платформы. Отдельный сервер распознавания в архитектуре отсутствует.

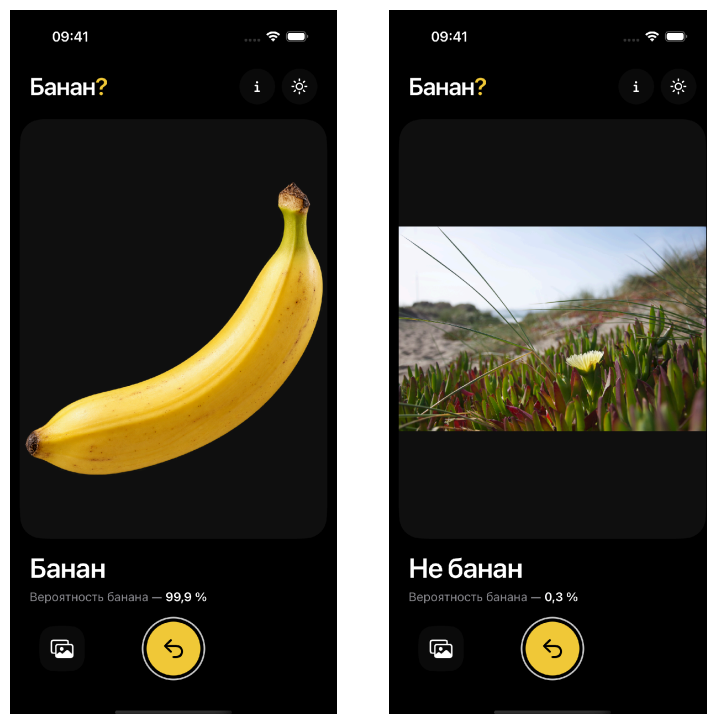


Рисунок 2 — Положительное и отрицательное банановые решения в приложении MoranaLabs. Экраны рабочей реализации в симуляторе. Численная оценка в обоих состояниях относится к вероятности класса «банан».

Локальное исполнение делает банановое решение доступным непосредственно в месте возникновения вопроса. Приложение обрабатывает фотографию на устройстве, не передаёт её серверу распознавания и не сохраняет как отдельный снимок. Для анализа уже доступного файла сеть не требуется. При выборе оригинала из iCloud его предварительную загрузку выполняет операционная система. После получения изображения весь классификационный путь остаётся внутри устройства.

Приложение устраняет предварительные действия, не связанные с банановым вопросом. Регистрация, создание рабочего пространства и выбор категории не входят в пользовательский цикл. Категория уже определена назначением системы, а процедура готова к предъявлению снимка. В результате между возникновением неопределённости и началом её разрешения остаётся минимальное число действий. Человек обращается к инструменту именно тогда, когда банановое решение необходимо.

10 Архитектура модели и семантика вероятности

Вычислительное разрешение банановой неопределённости поручено EfficientNet-B3 с 12 233 232 параметрами. Семейство EfficientNet основано на согласованном масштабировании глубины, ширины и разрешения свёрточной сети [2]. В MoranaLabs эта архитектура дообучена для специализированного различения банана и небанановых наблюдений. Масштаб модели соответствует сложности представления: компактный пользовательский ответ опирается на многоуровневое преобразование визуальных признаков.

Вход модели представляет собой RGB-изображение размером 300×300 пикселей. Перед распознаванием применяется ориентация EXIF. Весь кадр масштабируется без центральной обрезки с использованием режима `Vision.scaleFill`. Такое решение сохраняет содержимое по

краям изображения, но изменяет пропорции исходного кадра при приведении к квадратному входу. Этот эффект необходимо учитывать при анализе геометрически необычных объектов и сравнении путей предобработки.

Система сохраняет исходную классификационную голову ImageNet и объединяет логиты 999 альтернативных классов в отрицательный класс посредством logsumexp . Затем вся модель дообучается на бинарной задаче. Такая организация придаёт отрицанию содержательную основу: небанановый ответ формируется с учётом развитого представления о множестве других объектов. Разнообразие мира включается в вычисление, а пользователь получает итоговое различие между двумя категориями [11].

$$z_N = \log \sum_{j \neq B} \exp(z_j), \quad z_B = z_{\text{banana}} \quad (7)$$

Температурная калибровка согласует численную уверенность с результатами отдельной калибровочной выборки. Для v3 установлен параметр $T \approx 1,17490$. Метод температурного масштабирования применяется к логитам перед вычислением вероятности [3]. В банановом протоколе он выполняет функцию количественного упорядочения решения: категория сопровождается оценкой, полученной по единому правилу, а не произвольно выбранным уровнем уверенности.

$$p_\theta(x) = \frac{\exp(z_B/T)}{\exp(z_B/T) + \exp(z_N/T)} \quad (8)$$

Процент сохраняет одну семантику на всём протяжении работы. При ответе «Банан» значение 99,9% выражает высокую оценку присутствия банана. При ответе «Не банан» значение 0,3% выражает низкую оценку того же события. Смысл числа не меняется вместе со словом. Благодаря этому пользователь получает устойчивую шкалу банановой принадлежности, одинаково читаемую при положительном и отрицательном результате.

Числовое описание системы включает индивидуальную оценку и выборочную точность. Индивидуальная оценка характеризует конкретное изображение; выборочная точность характеризует долю правильных решений в серии испытаний. В первом случае число сопровождает текущее банановое решение, во втором — позволяет оценить работу процедуры на множестве наблюдений. Совместное использование этих уровней связывает единичный пользовательский опыт с проверяемой характеристикой системы.

11 Формирование корпуса банановых и небанановых наблюдений

Для разработки v3 собрано 73 547 файлов, из которых после очистки сформирован корпус из 48 341 изображения. Он охватывает положительные и отрицательные наблюдения, необходимые для построения границы банановой принадлежности. Обучение, выбор эпохи, калибровка и тестирование выполняются на самостоятельных частях корпуса. Таблица 1 фиксирует их состав и распределение классов [11, 15].

Таблица 1 — Состав корпуса разработки v3 [11, 15]

Раздел	Банан	Не банан	Всего
Обучение	24 418	18 521	42 939
Выбор эпохи	412	2 264	2 676
Калибровка	71	771	842
Тестирование	182	1 702	1 884
Итого	25 083	23 258	48 341

Разнообразие корпуса определяется различиями сцен, объектов и условий наблюдения. Повторные кадры одного плода, зеркальные копии и обрезки объединяются в связанные группы. Такая организация позволяет изучать банановую категорию на содержательно разных примерах и отдельно проверять её перенос. Для системы принципиально распознавать новый банан, а не воспроизводить реакцию на уже знакомое расположение пикселей.

В проекте точные и близкие повторы объединялись с учётом зеркальных изображений. Найденные группы не пересекали разделы, а противоречивые метки исключались. Серии исследовательских съёмок и кадры вращения использовались только при обучении. Для источников сохранялись метаданные, сведения об авторах, условиях использования и хешах. Такой подход согласуется с общей задачей документирования состава и происхождения данных [6].

Материалы COCO и Open Images вводят в корпус обычные сцены с несколькими объектами и разнообразными фонами [8, 9]. Это приближает задачу к естественному возникновению бананового вопроса: плод может находиться среди других предметов, занимать ограниченную часть кадра и конкурировать с визуальным окружением. Обучение на таких сценах формирует переход от изолированного изображения категории к её обнаружению в содержательно сложном наблюдении.

Отрицательные примеры представляют продукты, растения, цветы и сцены общего назначения. Они задают многомерное окружение банановой категории и препятствуют её растворению в простом внешнем сходстве. Группировка отрицательных примеров позволяет устанавливать, какие участки небананового пространства требуют дополнительного различения. Каждая такая группа превращает общий отрицательный класс в конкретную исследовательскую задачу.

Манифест данных обеспечивает воспроизводимость корпуса: идентификаторы, источники, разделы и операции предобработки связывают каждый результат с конкретным наблюдением. Банановая определённости начинается с определённости исследовательского материала. Зафиксированный состав позволяет повторить испытание, сопоставить версии модели и проследить изменение её решений на одних и тех же изображениях.

12 Обучение и выбор рабочей версии

Обучение v3 выполнялось в два этапа. На первом этапе ограничивался вклад отдельных источников, чтобы уменьшить преобладание студийных и похожих изображений. На втором этапе

65% положительных выборок формировались из обычных сцен COCO и Open Images. Решение о такой структуре принималось по валидационным данным до просмотра финальных тестовых результатов. Классы при обучении балансировались [11, 15].

Первая стадия включала восемь эпох с ранней остановкой; лучшими были выбраны веса пятой эпохи. Вторая стадия включала четыре эпохи, с выбором весов второй эпохи. Основным критерием выбора служила сбалансированная точность на валидационной части, а кросс-энтропия использовалась как дополнительный критерий при равенстве. Тестовая выборка не применялась для подбора порога или температуры.

При обучении используется учитель ImageNet, сохраняющий различия между альтернативными предметами на отрицательных примерах. Это позволяет специализировать модель на банановом вопросе, удерживая развитое представление о небанановом окружении. Учитель работает только на этапе обучения. В мобильную систему переносится самостоятельная рабочая модель, уже располагающая необходимыми параметрами для локального решения.

При выборе v3 приоритет отдан сокращению ложных банановых утверждений. На новой контрольной части число таких ответов уменьшилось на 131, а количество пропусков выросло на три. Исходный критерий одновременного отсутствия роста обоих видов ошибок не был выполнен; итоговый выбор зафиксирован как переход к более строгому признанию положительного класса. Этот профиль соответствует задаче уменьшения необоснованного расширения банановой категории.

Выбранный баланс отражает предметный смысл ошибки. Ложное положительное решение присваивает банановую принадлежность постороннему объекту, тогда как пропуск оставляет существующий банан нераспознанным. Версия v3 существенно укрепляет границу положительного класса. Последующее развитие модели направлено на сочетание этого преимущества с повышением полноты, чтобы система одновременно устойчиво отвергала альтернативы и распознавала трудные положительные случаи.

Документирование выбора делает развитие системы последовательным. Карточка модели фиксирует архитектуру, параметры, результаты и критерии принятия рабочей версии [7]. Благодаря этому каждое изменение имеет измеримое основание. Банановое решение становится не только воспроизводимым на устройстве, но и прослеживаемым в истории разработки: известно, какая версия его приняла и какими характеристиками она обладала.

13 Методика экспериментальной оценки

Экспериментальная оценка охватывает три стороны бананового решения: качество классификации, масштаб проверки и исполнение на устройстве. Подробное сравнение v2 и v3 содержит матрицы ошибок и вероятностные показатели. Расширенная серия представлена сводным результатом команды. Инженерные испытания устанавливают согласованность мобильной модели и измеряют отдельные этапы вычисления. Вместе эти материалы описывают путь от обученного правила до результата приложения [11–14].

Основная новая контрольная часть включает 1 343 изображения: 95 положительных и 1 248 отрицательных. Её группы не содержат материалов прежней разработки. Полный тестовый раздел включает 1 884 изображения и используется также для проверки преемственности поведения. Новая часть характеризует работу на новых наблюдениях, полный раздел —

поведение на совокупности контрольных случаев. Такое разделение позволяет одновременно оценивать развитие модели и сохранение уже достигнутых свойств.

Истинным положительным результатом ТР считается изображение банана, получившее ответ «БАНАН». Истинный отрицательный результат ТН соответствует отрицательному изображению и ответу «НЕ БАНАН». Ложный положительный результат FP означает необоснованное утверждение присутствия банана. Ложный отрицательный результат FN означает пропуск положительного изображения. Все величины определяются относительно принятой эталонной разметки и порога 0,5.

Общая точность А выражает долю правильных банановых решений во всей серии. Сбалансированная точность ВА придаёт равный вес распознаванию положительного класса и правильному отклонению отрицательного. Совместное рассмотрение показателей учитывает обе стороны задачи: установление присутствия банана и обоснованное завершение небананового вопроса. Это особенно существенно при преобладании отрицательных наблюдений.

$$A = \frac{TP + TN}{N}, \quad BA = \frac{1}{2} \left[\frac{TP}{TP + FN} + \frac{TN}{TN + FP} \right] \quad (9)$$

Точность положительного ответа Р характеризует долю верных утверждений среди всех решений «БАНАН». Полнота R характеризует долю обнаруженных бананов среди положительных эталонных примеров. Гармоническое среднее F_1 связывает эти две характеристики. Система показателей позволяет отдельно оценивать строгость признания банана, способность его обнаружить и согласованность обоих свойств.

$$P = \frac{TP}{TP + FP}, \quad R = \frac{TP}{TP + FN}, \quad F_1 = \frac{2PR}{P + R} \quad (10)$$

Для вероятностных оценок в отчёте дополнительно используются оценка Брайера и кросс-энтропия. Они учитывают величину предсказанной вероятности, а не только пересечение порога. Правильное слово при вероятности 0,51 и при вероятности 0,99 одинаково влияет на общую точность, но различается по вероятностным критериям. Это различие существенно для интерфейса, который показывает число вместе с категорией.

Расширенная проверка охватывает 67 150 снимков и по сводному результату команды даёт 97,24% правильных ответов [13]. Этот результат фиксирует объём и общую точность серии. Для детального анализа типов ошибок далее используется документированная контрольная часть с полной матрицей. Два масштаба рассмотрения обеспечивают общую характеристику испытаний и подробное описание поведения классификатора.

14 Результаты распознавания

На новой контрольной части модель v3 правильно классифицировала 1 306 из 1 343 изображений. Она обнаружила 85 из 95 бананов и правильно отклонила 1 221 из 1 248 отрицательных примеров. Ошибки составили 27 ложных положительных и 10 ложных отрицательных ответов. Матрица ошибок позволяет восстановить основные показатели без обращения к описательным оценкам качества.

Таблица 2 — Матрица ошибок v3 на новой контрольной части [12]

Эталонная метка	Ответ БАНАН	Ответ НЕ БАНАН	Всего
Банан	85 (TP)	10 (FN)	95
Не банан	27 (FP)	1 221 (TN)	1 248
Всего	112	1 231	1 343

Общая точность составила 97,244974%, что после округления до двух знаков даёт 97,24%. Сбалансированная точность составила 93,66%, полнота бананового класса — 89,47%, точность положительного ответа — 75,89%. Различие между общей точностью и точностью положительного ответа объясняется составом выборки: отрицательных изображений значительно больше, чем положительных.

В сравнении с v2 число ложных положительных ответов снизилось со 158 до 27. Это сокращение на 82,91% относительно исходного количества. Число пропусков увеличилось с 7 до 10. Суммарное количество ошибок уменьшилось со 165 до 37, а общая точность выросла на 9,53 процентного пункта. Сравнение относится к одному и тому же набору изображений [12].

Таблица 3 — Сравнение версий на одних и тех же 1 343 изображениях [12]

Показатель	v2	v3
Общая точность	87,71%	97,24%
Сбалансированная точность	89,99%	93,66%
Точность положительного ответа	35,77%	75,89%
Полнота бананового класса	92,63%	89,47%
F ₁	0,5161	0,8213
Ложные положительные ответы	158	27
Ложные отрицательные ответы	7	10
Оценка Брайера	0,09809	0,02163
Кросс-энтропия	0,36338	0,09027

Оценка Брайера уменьшилась с 0,09809 до 0,02163, а кросс-энтропия — с 0,36338 до 0,09027. Улучшение по обоим критериям показывает более качественное распределение вероятностных оценок на контрольной части. Для бананового решения это существенно: правильная категория сопровождается числом, которое также участвует в интерпретации результата. Работа над системой охватывает и выбор слова, и структуру уверенности, стоящую за ним.

На полном тестовом разделе из 1 884 изображений получены 162 истинных положительных, 20 ложных отрицательных, 1 671 истинный отрицательный и 31 ложный положительный результат. Общая точность составила 97,29%. Полный раздел связывает новые и исторические контрольные случаи и позволяет проследить поведение рабочей версии на расширенном составе наблюдений.

Расширенная серия из 67 150 снимков характеризуется сообщённой командой точностью 97,24%. Таблица 4 объединяет серии с указанием их объёма, показателя и состава доступных результатов. Такая организация сохраняет связь каждого числа с соответствующим испытанием. Практическое разрешение банановой неопределённости получает тем самым количественное описание на уровне отдельных ошибок и крупных совокупностей проверенных снимков.

Таблица 4 — Серии оценки качества v3 и детализация результатов

Серия	Снимков	Точность	Доступные сведения
Новая контрольная часть [12]	1 343	97,24%	Матрица ошибок, метрики
Полный тестовый раздел [12]	1 884	97,29%	Матрица ошибок, группы
Расширенная проверка [13]	67 150	97,24%	Сводное сообщение команды

15 Банановая редкость и устойчивость категориальной границы

Отрицательные изображения составляют 92,93% основной контрольной части. Небанановое окружение численно преобладает, создавая для классификатора задачу выделения редкого положительного события. Постоянный ответ «НЕ БАНАН» дал бы 92,93% общей точности, но нулевую полноту и 50% сбалансированной точности. Следовательно, банановое решение требует активного различения: простое преобладание отрицательного мира не освобождает систему от обязанности обнаруживать присутствующий плод.

Версия v3 достигает 97,24% общей точности и обнаруживает 85 из 95 положительных изображений. Она превосходит постоянный отрицательный ответ примерно на 4,32 процентного пункта и при этом формирует содержательное распознавание бананового класса. Десять пропущенных случаев обозначают конкретный фронт дальнейшего улучшения. Их исследование направлено на восстановление признаков, которые необходимы для положительного решения в наиболее трудных сценах.

Точность положительного ответа особенно чувствительна к распространённости бананов среди входов. Если доля положительных случаев π меняется, то даже при сохранении чувствительности TPR и частоты ложных положительных ответов FPR меняется доля верных ответов среди всех положительных решений. Для идеализированной модели с неизменными условными частотами это выражается формулой Байеса.

$$\Pr(y = 1 \mid \hat{y} = 1) = \frac{\pi \text{TPR}}{\pi \text{TPR} + (1 - \pi) \text{FPR}} \quad (11)$$

Подстановка показателей v3 даёт около 75,89% при доле бананов 95/1 343. Если в условном потоке бананы составляли бы 1%, а условные частоты ошибок оставались бы такими же, расчётная точность положительного ответа была бы около 29,5%. Это аналитический сценарий, а не результат нового испытания. Его назначение — показать зависимость значения положительного ответа от состава потока.

Подмножество Open Images из 191 изображения представляет отдельную область повышенной сложности. На нём получены 87 истинных положительных, 10 ложных отрицательных, 72

истинных отрицательных и 22 ложных положительных ответа; общая точность составляет 83,25%. Неоднородность источников позволяет локализовать трудные условия бананового решения. Такие группы задают приоритеты расширения данных и последующей проверки устойчивости.

Два типа ошибки формируют два направления развития банановой границы. Ложное утверждение требует установить, какие признаки постороннего предмета получили чрезмерный вес. Пропуск требует выявить, какие признаки существующего банана оказались недостаточно представлены. MoranaLabs рассматривает ошибку как адресную задачу обучения и проверки. Такой подход связывает совершенствование модели с содержанием наблюдений и поддерживает последовательное укрепление различения.

16 Соответствие мобильной модели и время вычислений

Перенос исследовательской модели в приложение завершает технологическую часть бананового решения. Для v3 использован пакет Core ML FP32 размером около 49 МБ. Проверка экспорта сопоставляет классы и вероятности исходной и мобильной реализаций. Её задача состоит в сохранении выученного правила при переходе к пользовательскому устройству, где вычисление становится доступным непосредственно в момент возникновения вопроса [11, 14].

На всех 1 884 тестовых изображениях при одинаковой подготовке входа исходная и экспортированная модели выдали совпадающие классы. Максимальное абсолютное различие вероятности составило приблизительно 0,00000423. Это результат проверки согласованности реализаций. Качество распознавания эталонных меток оценивается отдельно по матрицам ошибок, а проверка переноса устанавливает сохранность вычислительного правила.

Испытание согласованности использует одинаковое изменение размера средствами PIL. Полный путь приложения дополнительно проверяется с нативной подготовкой через Vision. Особое внимание уделяется ориентации, широким кадрам, декодированию и значениям около порога. Такая последовательность охватывает обе необходимые задачи: сохранение модели при экспорте и корректное получение её входа в мобильной среде.

Медианное время вызова Core ML на CPU Mac M1 после первого запуска составило 31,58 мс без загрузки модели и подготовки фотографии. Этот показатель характеризует вычислительное ядро процедуры. Полный пользовательский цикл включает также получение изображения и его обработку. Раздельное измерение этапов позволяет последовательно сокращать путь от банановой неопределённости до предъявленного ответа.

На физическом iPhone 16 Pro Max 15 октября 2026 года были выполнены отдельные проверки двух изображений. Для фотографии с бананом получена вероятность 0,99869, для фотографии цветка — 0,00288. В первых измерениях учитывались загрузка модели и подготовка входа; повторные измерения выполнялись с уже загруженной моделью. Результаты приведены как отдельные наблюдения, без экстраполяции на все устройства.

Таблица 5 — Отдельные измерения на iPhone 16 Pro Max [14]

Изображение	Вероятность банана	Первый анализ	Повторный анализ
Банан рядом с человеком	0,99869	2 542,5 мс	24,75 мс
Цветок на фоне пляжа	0,00288	247,5 мс	53,78 мс

Измерения выполнены в режиме с отключённой минимальной длительностью интерфейсной анимации. Первое вычисление включает загрузку модели и подготовку снимка; повторное использует уже загруженную модель. Таблица фиксирует два конкретных испытания на физическом устройстве. Они показывают исполнение полного классификационного пути для положительного и отрицательного случаев и служат исходными точками дальнейшего исследования задержек.

17 Пользовательский переход к банановой определённости

До получения результата человек остаётся один на один с потенциальным бананом. Он может рассматривать изображение, вспоминать другие бананы и неоднократно менять собственное мнение, однако ни одно из этих действий не задаёт общего правила завершения. Интерфейс «Банан?» вводит такое правило: после обработки появляются слова «БАНАН» или «НЕ БАНАН». Процент сопровождает ответ и во всех случаях относится к вероятности банана. Сложность вычисления остаётся внутри системы; пользователю предьявляется её категориальный итог.

Банановое решение всегда связано с конкретной фотографией. Изображение и ответ образуют единую смысловую конструкцию: пользователь видит, к какому наблюдению относится установленная категория. При замене снимка возникает новая задача, требующая нового вычисления. Такое устройство препятствует переносу определённости с одного предмета на другой и сохраняет предметную адресность каждого бананового утверждения.

Техническая ошибка получает самостоятельный статус. Недоступность файла или невозможность выполнить модель означает, что процедура ещё не дала основания для категориального ответа. Различение отрицательного результата и несостоявшегося вычисления имеет принципиальное значение: отсутствие ответа о банане нельзя превращать в ответ об отсутствии банана. Поэтому диагностика обработки входит в инфраструктуру банановой определённости наравне с классификатором.

Повторное рассматривание одного снимка не расширяет содержащуюся в нём информацию. Аналогично, повторный запуск одной модели на неизменном входе прежде всего проверяет воспроизводимость вычисления. Для получения нового свидетельства требуется новое наблюдение: иной ракурс, более полная видимость или изменение условий съёмки. Даже тогда связанные кадры сохраняют общие признаки, а совместное использование их вероятностей требует учёта этой зависимости. Банановая определённость накапливается через качество свидетельств, а не через количество повторений.

Единицей решения в текущем приложении является один переданный снимок. Такая граница делает процедуру обозримой: один вход, одно вычисление, один итог. Объединение серии изображений представляет следующий самостоятельный уровень системы и требует отдельного

правила агрегации. Голосование, усреднение вероятностей и выбор максимума по-разному распределяют ответственность между кадрами; их внедрение предполагает собственную проверку качества.

Короткий пользовательский путь соответствует структуре самой проблемы. Человеку требуется установить банановую принадлежность предмета, а не освоить устройство нейронной сети. Приложение принимает на себя вычислительную часть этого установления и предъявляет её результат в форме, пригодной для немедленного понимания. Тем самым интерфейс выполняет содержательную функцию: он переводит банановый вопрос из режима продолжающегося внутреннего обсуждения в режим завершённой процедуры.

18 Локальность вычислений и эксплуатационная автономность

Банановый вопрос возникает там, где находится человек, поэтому средство его разрешения должно находиться там же. В «Банан?» модель размещена непосредственно на устройстве. После получения изображения решение вычисляется локально, без обращения к удалённому классификатору. Установленная версия модели задаёт доступный пользователю способ распознавания и сохраняет его независимо от текущей доступности серверной инфраструктуры.

Локальное исполнение превращает мобильное устройство в самостоятельный вычислительный центр банановой определённости. Память, процессорные ресурсы и пространство хранения обеспечивают выполнение модели на месте наблюдения. Организационная задача MoranaLabs состоит в поддержании этого средства: выпуске обновлений, проверке совместимости и сохранении качества распознавания. Ресурсы расходуются на доступность решения в момент возникновения вопроса.

Доступ к банановому решению не требует регистрации. Пользователь передаёт изображение непосредственно в процедуру распознавания; выбранные фотографии, согласно реализации, не сохраняются приложением и не передаются его серверу. Если оригинал хранится в iCloud, операционная система сначала получает файл. После этого классификация выполняется на устройстве. Такая последовательность отделяет доставку наблюдения от установления его категории.

Обновление модели меняет конкретный способ получения бананового решения. Поэтому версия приложения, параметры предобработки и версия классификатора образуют единую рабочую конфигурацию. Сохранённые контрольные примеры позволяют проследить, как изменяются ответы при развитии системы. Управление версиями становится управлением преемственностью бананового знания: новое решение должно быть сопоставимо с предыдущим по определённому набору наблюдений.

Эксплуатационная автономность закрепляет определённость за самим устройством: получив доступное изображение, оно располагает необходимыми средствами для выдачи ответа. Банановая проверка получает собственное место в повседневной инфраструктуре человека. Между возникновением сомнения и выполнением процедуры больше не требуется организовывать внешнюю вычислительную услугу.

19 Стабилизация бананового решения и развитие системы

Создание приложения переводит банановую проблему в новую фазу. Средство получения ответа уже существует; дальнейшая работа направлена на устойчивость этого ответа в расширяющемся множестве наблюдений. Принципиальная сложность определения банана требует последовательного развития корпуса, модели и пользовательской процедуры. Научная программа MoranaLabs состоит в том, чтобы всё больше ситуаций банановой неопределённости завершались корректным и воспроизводимым решением.

Первое направление — повышение информативности наблюдения. Частично закрытый объект, малый масштаб, сложное освещение и непривычный ракурс затрудняют установление категории ещё до начала вычисления. Дополнительная съёмка способна открыть признаки, отсутствующие в исходном кадре. Поэтому качество бананового решения формируется совместно условиями наблюдения и возможностями распознавания; работа с обоими факторами расширяет область устойчивого применения системы.

Второе направление — устойчивость при изменении визуальной среды. Новые камеры, способы обработки и композиции изменяют распределение входных изображений. Исследования неопределённости нейронных сетей обосновывают необходимость отдельно оценивать качество и калибровку при таких изменениях [5]. В программе MoranaLabs этому соответствует контроль источников, выделение трудных отрицательных групп и последовательное включение новых пользовательских сцен.

Третье направление — детализация расширенной проверки. Серия из 67 150 снимков с итоговой точностью 97,24% задаёт следующий масштаб анализа. Для её дальнейшего исследования предусматривается подробный отчёт: манифест изображений, группы связанных наблюдений, состав классов и матрица ошибок. Такая структура позволит соотнести сводный результат с конкретными источниками затруднения и определить приоритеты следующей версии.

Четвёртое направление — управление случаями недостаточного свидетельства. Селективная классификация рассматривает совместно риск решения и долю наблюдений, по которым система отвечает [4]. Для будущей версии приложения этот подход позволяет исследовать отдельное состояние запроса дополнительного кадра. Текущая версия реализует бинарное правило. Предлагаемое расширение должно превращать трудное наблюдение в последовательность действий, ведущую к более информативному входу.

При введении запроса дополнительного изображения потребуется измерять одновременно качество принятых решений и покрытие — долю случаев, завершившихся ответом. Эти показатели определяют полезность всей процедуры. Высокая точность на узком круге простых сцен оставляет большую часть банановой неопределённости за пределами решения. Поэтому развитие системы должно расширять доступность определённости вместе с надёжностью её получения.

Пятое направление — экспериментальное изучение перестановочной устойчивости. Для каждой исходной сцены предусматривается серия перемещений объектов при сопоставимых освещении, масштабе и видимости. Общий идентификатор сцены позволит анализировать связанные кадры как одну группу. Предметом измерения станут сохранение категории, изменение вероятности и приближение к порогу. Такой эксперимент проверит, насколько устойчиво система отделяет банановую принадлежность от места, которое предмет занимает среди других объектов.

Шестое направление — сокращение времени между наблюдением и ответом. Программа измерений должна охватывать несколько поколений устройств, первый и повторные запуски, большие файлы и продолжительные серии. Границы каждого этапа фиксируются отдельно, чтобы улучшение загрузки, предобработки и вывода оценивалось по собственным показателям. Скорость здесь имеет содержательное значение: она определяет продолжительность состояния, в котором банановый вопрос уже поставлен, а решение ещё не получено.

20 Заключение

Определение банана является сложной задачей, которую повседневная узнаваемость предмета долгое время позволяла считать очевидной. Проведённое рассмотрение раскрывает структуру этой сложности: необходимо установить границы класса, получить достаточное наблюдение, сопоставить признаки и довести вычисление до однозначного ответа. Жёлтый цвет, знакомая форма и прежнее положение предмета по отдельности не обеспечивают банановой определённости. Бинарность вопроса лишь концентрирует всю эту работу в двух возможных результатах.

MoranaLabs решила задачу прикладного разрешения банановой неопределённости, создав приложение «Банан?». Фотография поступает в локальную модель, модель оценивает присутствие банана, а интерфейс завершает процедуру словами «БАНАН» или «НЕ БАНАН». Теоретическое различие превращено в работающий инструмент, доступный непосредственно на мобильном устройстве. Между сомнением и ответом появилась воспроизводимая технологическая последовательность.

Результаты проверки подтверждают работоспособность созданной системы. На новой контрольной части модель v3 дала 1 306 правильных решений из 1 343 — 97,24% после округления. Расширенная серия из 67 150 снимков, согласно сводному результату команды, также дала 97,24%. По сравнению с v2 число ложных банановых утверждений на новой контрольной части сократилось со 158 до 27. Эти показатели фиксируют переход от постановки проблемы к измеримому качеству её технологического решения.

Банановая определённость требует организации: у каждого ответа должны быть изображение, правило распознавания и проверяемое основание. Приложение «Банан?» объединяет эти элементы в завершённую систему. Дальнейшее развитие расширяет круг ситуаций, в которых она способна обеспечить правильный ответ, и повышает устойчивость уже достигнутого результата. MoranaLabs переводит распознавание банана из области предполагаемой очевидности в область инженерно обеспеченной определённости.

Приложение А Терминологические определения

Банановый предикат — правило, сопоставляющее изображению положительную или отрицательную эталонную метку в соответствии с принятой инструкцией разметки. Его определение предшествует обучению и оценке модели.

Банановая неопределённость — состояние наблюдения, при котором принадлежность предмета к банановому классу ещё не установлена завершённой процедурой. Может проявляться как осознанное сомнение или сохраняться скрыто за субъективной уверенностью в очевидности ответа.

Банановое решение — категориальный результат применения зафиксированного правила к конкретному изображению. В приложении «Банан?» выражается ответом «БАНАН» или «НЕ БАНАН», сопровождаемым оценкой вероятности банана.

Небанановое пространство — множество допустимых изображений, не удовлетворяющих банановому предикату. Принадлежность к этому множеству не устанавливает конкретную альтернативную категорию объекта.

Локальность отрицания — ограничение смысла отрицательного ответа содержанием проверенного изображения и принятой разметкой. Отрицательный ответ не распространяется автоматически на ненаблюдаемые участки сцены.

Наблюдаемость банановых признаков — наличие во входном изображении информации, достаточной для различения классов при заданных условиях. Наблюдаемость зависит от изображения, а не только от мощности модели.

Банановая вероятность модели — численная оценка положительного класса после предусмотренной калибровки. Отображается с одной семантикой при обоих текстовых ответах и не тождественна общей точности.

Порог решения — значение вероятности, разделяющее положительный и отрицательный ответы. В версии v3 принят порог 0,5; его оптимальность зависит от цели и стоимости ошибок.

Ложное банановое утверждение — положительный ответ для отрицательно размеченного изображения. Соответствует ложному положительному результату FP.

Пропуск банана — отрицательный ответ для положительно размеченного изображения. Соответствует ложному отрицательному результату FN.

Перестановочная устойчивость — сохранение решения при перемещениях объектов, не изменяющих эталонную метку и не нарушающих оговорённые условия наблюдения. Оценивается по группам связанных сцен.

Процедурная завершённость — достижение явного конечного состояния обработки: выданного категориального результата либо диагностированной технической ошибки, требующей устранения перед новой попыткой. Определяет момент завершения конкретной проверки.

Приложение Б Протокол воспроизводимой проверки

До начала испытания фиксируются версия модели, контрольная сумма файла, версия приложения, устройство, операционная система, параметры предобработки, порог и способ округления. Критерий выбора рабочей версии записывается до просмотра её окончательных результатов. Изменение порога после анализа теста требует отдельной проверочной части.

Манифест изображений должен содержать устойчивый идентификатор, источник, эталонную метку, принадлежность к группе близких изображений и основание включения в тест. Для связанных кадров необходимо сохранять общий идентификатор сцены. Точные повторы и близкие варианты следует учитывать на уровне групп, чтобы число файлов не подменяло число независимых наблюдений.

Для каждого входа сохраняются вероятность банана, итоговая категория, технический статус и время измеряемого этапа. Ошибка чтения или вычисления регистрируется отдельно от FP и FN. Отчёт указывает число таких ошибок и политику их учёта в общем показателе доступности процедуры. Непрочитанное изображение нельзя незаметно исключить из описания испытаний.

Сводный отчёт включает матрицу ошибок, доли классов, общую и сбалансированную точность, точность положительного ответа, полноту и критерии вероятностного качества. При наличии нескольких источников приводятся показатели по источникам и трудным группам. Для повторных кадров либо используется групповая оценка неопределённости статистики, либо явно оговаривается зависимость наблюдений.

Время первого запуска и повторного вычисления измеряется отдельно. Указываются границы таймера, участие загрузки файла и модели, число повторов и состояние измерительного режима. Медиана должна сопровождаться сведениями о разбросе при достаточном числе измерений. Одно короткое время не заменяет распределение задержек.

Проверка экспорта сравнивает исходную и мобильную реализации на одинаково подготовленных входах. Отдельная проверка приложения оценивает весь путь с нативной подготовкой изображения. После обновления сохраняется регрессионный набор сцен, включая ранее ошибочно признанные бананами отрицательные изображения и ранее пропущенные положительные случаи.

Приложение В Сведения о воспроизводимости

Исследуемая рабочая конфигурация соответствует модели v3 с архитектурой EfficientNet-B3 и мобильной сборке 5. Документация модели и инженерные отчёты датированы 15 октября 2026 года. Сводный результат расширенной серии зафиксирован по сообщению команды 16 октября 2026 года. Источники с разной степенью детализации перечислены отдельно.

Идентификация состояния модели и состава корпуса в проекте производится по контрольным суммам SHA-256. Полные значения сохранены в карточке модели и манифесте. Для повторения численных результатов необходимо использовать соответствующие файлы и правила предобработки; совпадение названия архитектуры недостаточно.

Прослеживаемость исследования обеспечивают исходный код проекта, карточка модели, манифесты данных и инженерные отчёты. Эти материалы связывают архитектуру, рабочую конфигурацию и численные результаты. Воспроизведение предполагает использование соответствующих версий файлов и соблюдение условий лицензирования исходных наборов изображений. Документированные параметры задают основу для последующих внутренних проверок и внешнего повторения исследования.

Список литературы

- [1] Shannon C. E. A Mathematical Theory of Communication. Bell System Technical Journal. 1948. Vol. 27. P. 379–423, 623–656. Электронный источник
- [2] Tan M., Le Q. EfficientNet: Rethinking Model Scaling for Convolutional Neural Networks. Proceedings of the 36th International Conference on Machine Learning. PMLR. 2019. Vol. 97. P. 6105–6114. Электронный источник
- [3] Guo C., Pleiss G., Sun Y., Weinberger K. Q. On Calibration of Modern Neural Networks. Proceedings of the 34th International Conference on Machine Learning. PMLR. 2017. Vol. 70. P. 1321–1330. Электронный источник
- [4] Geifman Y., El-Yaniv R. Selective Classification for Deep Neural Networks. 2017. arXiv:1705.08500. Электронный источник
- [5] Ovadia Y. et al. Can You Trust Your Model’s Uncertainty? Evaluating Predictive Uncertainty Under Dataset Shift. 2019. arXiv:1906.02530. Электронный источник
- [6] Gebru T. et al. Datasheets for Datasets. 2018; редакция 2021. arXiv:1803.09010. Электронный источник
- [7] Mitchell M. et al. Model Cards for Model Reporting. Proceedings of the Conference on Fairness, Accountability, and Transparency. 2019. DOI:10.1145/3287560.3287596. Электронный источник
- [8] Lin T.-Y. et al. Microsoft COCO: Common Objects in Context. 2014. arXiv:1405.0312. Электронный источник
- [9] Kuznetsova A. et al. The Open Images Dataset V4: Unified image classification, object detection, and visual relationship detection at scale. 2018. arXiv:1811.00982. Электронный источник
- [10] Apple. Core ML. Документация разработчика. Электронный источник
- [11] MoranaLabs. Карточка модели «Банан?» версии v3. MODEL_CARD.md. Внутренняя техническая документация. 15 октября 2026 года.
- [12] MoranaLabs. Сравнение моделей v2 и v3. runs/model-v3-comparison.json. Подробный отчёт испытаний. 15 октября 2026 года.
- [13] MoranaLabs. Расширенная проверка модели v3 на 67 150 снимках. Сводное сообщение команды об объёме проверки и точности 97,24%. 16 октября 2026 года.
- [14] MoranaLabs. Техническое описание приложения «Банан?» и проверки сборки 5. app/README.md; app/design/validation-v3.json; отчёты испытаний iPhone v3. 15 октября 2026 года.
- [15] MoranaLabs. Описание данных версии v3. DATASET_V3.md. Внутренняя техническая документация. 15 октября 2026 года.