

Способы извлечения метаданных о пространственном положении из хранилищ фотографий

Р. В. Гришин¹, А. А. Колесников^{1*}

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация

* e-mail: alexeykw@mail.ru

Аннотация. В статье были представлены различные методы и подходы, используемые для хранения и извлечения информации о географическом местоположении, описании, классификации, временной привязке и технических параметрах фотографий. Также рассматривается вопрос преимуществ и ограничений каждого метода хранения и извлечения метаданных. В результате исследования были выделены полезность и ценность извлеченных метаданных для различных задач, включая картографию. В заключении статьи были предложены перспективы и направления для дальнейших исследований в области хранения и извлечения метаданных из хранилищ фотографий, включая улучшение точности и разработку новых методов анализа и визуализации метаданных. Статья представляет ценную информацию для исследователей и практиков, работающих в области обработки и анализа геопространственных данных и картографии.

Ключевые слова: метаданные, EXIF, извлечение метаданных, API, компьютерное зрение, геопространственные данные

Введение

Цифровая фотография стала неотъемлемой частью нашей повседневной жизни, и мы часто делаем огромное количество фотографий, сохраняя их в различных хранилищах на компьютерах, смартфонах или в облачных сервисах. Однако, помимо самих изображений, в них содержится больше информации, которая может быть полезной для анализа, классификации или сортировки фотографий [1–4].

Эта дополнительная информация, называемая метаданными, содержит различные сведения о фотографии, такие как дата и время съемки, местоположение, параметры камеры, использованные настройки и другие технические детали [5, 6]. Извлечение метаданных из фотографий может быть полезным для организации и структурирования коллекций изображений, а также для улучшения поиска и управления фотографиями, в том числе и при учете пространственного положения [7].

В данной статье рассматриваются различные способы извлечения метаданных из хранилищ фотографий, как извлечение метадан-

ных из отдельных файлов, так и автоматизированное.

Методы и материалы

Метаданные фотографий играют важную роль в современной цифровой эпохе, представляя ценную информацию о фотографиях и их содержимом. Вместе с изображениями метаданные составляют неотъемлемую часть цифрового контента, которая может быть использована для различных целей, включая классификацию, поиск, анализ и архивацию фотографий [8, 9].

Метаданные фотографий – это информация, которая описывает различные аспекты фотографий и связанные с ними данные. Они представляют собой не только техническую информацию о параметрах съемки, таких как дата и время, модель камеры, настройки экспозиции и т. д., но и контекстуальные данные, такие как местоположение съемки, автор, ключевые слова и другие сведения, которые помогают понять и интерпретировать содержание фотографии [10].

Значение метаданных фотографий имеет различные варианты применения, такие как:

– идентификация и классификация: метаданные обеспечивают информацию, позволяющую идентифицировать фотографии и классифицировать их по различным критериям, таким как дата, местоположение, содержание и другие параметры. Это позволяет легко организовывать и находить конкретные изображения в больших коллекциях;

– поиск и доступность: метаданные служат основой для эффективного поиска и доступности фотографий. Путем анализа метаданных можно осуществлять поиск по ключевым словам, дате, местоположению и другим параметрам, что упрощает процесс нахождения нужных изображений;

– анализ и исследование: метаданные предоставляют информацию, которая может быть использована для анализа и исследования различных аспектов, связанных с фотографиями. Это может включать исследование трендов в фотографии, анализ местоположения съемки, авторства и других аспектов, помогающих понять историю и контекст изображений;

– архивация и сохранность: метаданные также имеют важное значение для архивации и сохранности цифровых фотографий. Сведения о параметрах съемки и контекстуальные данные позволяют сохранить информацию о снимках на протяжении времени и предотвратить потерю ценных данных.

В мире цифровой фотографии существует несколько распространенных форматов метаданных, которые используются для хранения и передачи информации, связанной с файлами изображений. Каждый формат имеет свою спецификацию и возможности, позволяющие описывать различные аспекты фотографий [11].

EXIF (Exchangeable Image File Format) является одним из наиболее распространенных форматов метаданных для цифровых фотографий. Он был разработан для хранения информации о параметрах съемки, технических деталях и условиях, в которых была создана фотография. В формате EXIF можно найти данные о модели камеры, диафрагме, выдержке, ISO, фокусном расстоянии, дате и времени съемки, а также местоположении, если используется функция геотегирования.

Формат EXIF основывается на стандарте JPEG и может быть также применен к другим видам изображений [12].

Основным преимуществом данного формата является обширный набор технических метаданных, позволяющий хранить множество параметров, отображающих условия съемки, что более полно и точно описывает фотографию. Еще одним немаловажным преимуществом является поддержка множеством производителей камер, смартфонов и программ обработки изображений, автоматически сохраняющих и использующих метаданные в формате EXIF, что делает его широко распространенным и доступным для применения [13, 14]. Также формат EXIF позволяет хранить информацию о местоположении, где была сделана фотография, что полезно для классификации и поиска по месту съемки.

EXIF обычно хранит координаты местоположения в соответствии с географической системой координат WGS84 (World Geodetic System 1984). Местоположение может быть записано в виде значений градусов, минут и секунд. Обычно используются следующие теги для хранения координат: GPSPLatitude (широта), GPSPLongitude (долгота), GPSPLatitudeRef (северная или южная широта) и GPSPLongitudeRef (восточная или западная долгота). При чтении координаты представляются в формате, показанном на рис. 1.

DDD deg MM' SS.SS"

Рис. 1. Формат сообщения координат

К недостаткам данного формата можно отнести ограниченность, так как он ориентирован на технические данные и не предоставляет расширенные возможности для описания контекста съемки или пользовательских метаданных, а также возможность отслеживания изменения метаданных, то есть они могут быть изменены или удалены без ограничений, что может вызвать проблему с достоверностью информации [15].

IPTC (International Press Telecommunications Council) является форматом метаданных, разработанным для описания и классификации фотографий в журналистике и печатных медиа. Он предоставляет структурированную информацию, такую как заголовок, описание, авторство, ключевые слова, категории и другие параметры, которые позволяют эффективно организовывать и искать фотографии в процессе редактирования и публикации [16].

Преимущества IPTC включают в себя использование концептуальных данных, так как данный формат предоставляет структурированные поля для передачи содержания фотографии, включая заголовок, описание, авторство, ключевые слова и категории [17, 18]. IPTC является широко признанным стандартом, используемым в журналистике и печатных медиа, что обеспечивает совместимость и взаимодействие с другими системами и программами и позволяет добиться от данного формата универсальности, а поддержка многоязычности позволяет сохранять метаданные на разных языках, что особенно важно для международных и мультиязычных публикаций.

IPTC также предоставляет способ хранения координат местоположения в своих метаданных. Обычно используется поле Location для указания текстового описания местоположения, однако IPTC не имеет специфических тегов для хранения географических координат в числовом формате, как это делает формат EXIF.

Главными недостатками данного формата будут выступать его ограниченность в технических данных, так как формат IPTC не предоставляет такую детализацию технических параметров съемки, как формат EXIF, и сложность редактирования, потому что изменение метаданных в формате IPTC может потребовать специализированных программ или редакторов, что может представлять неудобство для большинства пользователей.

XMP (Extensible Metadata Platform) является форматом метаданных, разработанным компанией Adobe Systems. Он основывается на стандарте XML и предоставляет гибкую схему для хранения различных типов метаданных в фотографиях. XMP позволяет опи-

сывать технические и контекстуальные данные, а также встраивать пользовательские метаданные. Этот формат является открытым и расширяемым, что позволяет создавать собственные схемы и добавлять новые поля метаданных в соответствии с конкретными потребностями.

Формат XMP основывается на стандарте XML и позволяет создавать собственные схемы и добавлять пользовательские поля метаданных, что обеспечивает большую гибкость и возможность описания разнообразных аспектов фотографий. XMP может быть встроен в различные форматы файлов изображений, включая JPEG, TIFF и RAW, что позволяет использовать его в широком спектре приложений и программ, предоставляя высокую совместимость с множеством форматов. Также XMP предоставляет средства для описания как технических, так и контекстуальных данных, позволяя сохранять более полное представление о фотографиях, а из-за использования XML метаданные являются хорошо структурированными.

XMP использует поле GPSLatitude для представления широты и поле GPSLongitude для представления долготы. Значения координат указываются в виде десятичной дроби, где положительные значения соответствуют широте и восточной долготе, а отрицательные значения – южной широте и западной долготе [19].

Из-за гибкости и расширяемости формата XMP чтение и интерпретация метаданных может требовать более сложных алгоритмов и инструментов, что создает дополнительные сложности для пользователей. Отсутствие стандартизации приводит к тому, что XMP не является универсальным стандартом и может существовать множество собственных схем и реализаций, что затрудняет совместимость и обмен данными между различными системами и каталогами изображений.

ID3 (Identification3) является форматом метаданных, преимущественно используемым для музыкальных файлов, но также может быть применен к фотографиям. В формате ID3 можно сохранять информацию о названии изображения, альбоме, авторе, годе создания и

других связанных данных. Хотя ID3 не является специализированным для фотографий, его можно использовать для хранения базовых метаданных [20].

Формат ID3 был разработан для музыкальных файлов, и его возможности ограничены в описании фотографий. Например, он не предоставляет полей для технических параметров или контекстуальной информации, а также в нем нет специфических тегов для хранения координат местоположения. Тем не менее, формат ID3 может быть использован для хранения пользовательских метаданных, и, в теории, можно использовать пользовательские теги для хранения координат, но это будет вне стандартного набора тегов. Использование ID3 для метаданных фотографий может привести к конфликтам или несоответствиям с другими форматами, предназначенными специально для описания цифровых изображений.

Это лишь небольшой набор основных форматов метаданных, используемых в фотографиях. Каждый из этих форматов имеет свои преимущества и особенности, и выбор конкретного инструмента зависит от целей использования и требований к метаданным.

Извлечение метаданных является важным этапом обработки и анализа фотографий, и су-

ществуют разные техники и инструменты, позволяющие получить доступ к этой информации.

Один из наиболее распространенных подходов – это чтение встроенных метаданных средствами встроенного или специализированного программного обеспечения. Каждый формат файлов изображений (например, JPEG, TIFF, PNG) имеет свой специфический способ хранения метаданных. При чтении файла изображения с помощью соответствующих утилит или программ можно получить доступ к встроенным метаданным. Например, с использованием утилиты ExifTool можно прочитать метаданные из формата EXIF, а с помощью библиотеки libiptcdata можно извлечь метаданные из формата IPTC [21, 22].

Существует множество программ и утилит, разработанных специально для извлечения метаданных из фотографий. Некоторые из них предоставляют графический интерфейс пользователя, в то время как другие работают в командной строке. Примеры таких программ включают ExifTool, Exiv2, ImageMagick и многие другие. Они обеспечивают возможность чтения и вывода метаданных фотографий в удобном формате. Пример вывода EXIF-данных показан на рис. 2.

```

exiftool image.jpeg
ExifTool Version Number      : 12.60
File Name                    : image.jpeg
Directory                   : .
File Size                    : 199 kB
File Modification Date/Time  : 2022:02:24 22:03:45+07:00
File Access Date/Time       : 2023:04:29 09:34:17+07:00
File Inode Change Date/Time  : 2022:08:31 11:47:46+07:00
File Permissions             : -rw-r--r--
File Type                   : JPEG
File Type Extension         : jpg
MIME Type                   : image/jpeg
Exif Byte Order              : Big-endian (Motorola, MM)
Make                        : Apple
Camera Model Name           : iPhone 11
X Resolution                 : 72
Y Resolution                 : 72
Resolution Unit              : inches
Software                     : 15.1
Modify Date                  : 2021:12:01 20:25:30
Host Computer                : iPhone 11
Y Cb Cr Positioning         : Centered
Exposure Time                : 1/25
F Number                     : 1.8
Exposure Program            : Program AE
ISO                           : 640
Exif Version                 : 0232
Date/Time Original          : 2021:12:01 20:25:30
Create Date                  : 2021:12:01 20:25:30
Offset Time                  : +07:00
Offset Time Original        : +07:00
Offset Time Digitized       : +07:00
Components Configuration    : Y, Cb, Cr, -
Shutter Speed Value          : 1/25
Aperture Value               : 1.8
Brightness Value            : -0.7142923878
Exposure Compensation       : 0
Metering Mode                : Multi-segment
Flash                        : Off, Did not fire
Focal Length                 : 4.2 mm
Subject Area                 : 2002 1505 2213 1324
Maker Note Version          : 14
Run Time Flags               : Valid
Run Time Value               : 672091588409958
Run Time Scale               : 1000000000

```

Рис. 2. Использование ExifTool

Кроме того, еще одним методом извлечения метаданных является использование программного интерфейса (API) сторонних сервисов. Некоторые веб-сервисы предоставляют API для извлечения метаданных из фотографий. Это позволяет разработчикам взаимодействовать с сервисом и получать метаданные фотографий по запросу. Например, сервисы Google Cloud Vision API или Microsoft Azure Cognitive Services предоставляют функциональность извлечения метаданных изображений через свои API [23].

Для извлечения метаданных из фотографий также можно использовать алгоритмы компьютерного зрения и обработки изображений. С развитием компьютерного зрения и техник обработки изображений возможны и более сложные способы извлечения метаданных из

фотографий [24]. Например, можно применить алгоритмы распознавания текста для извлечения информации, написанной на фотографии, или использовать алгоритмы обнаружения объектов для автоматического определения содержания фотографии.

Современные геоинформационные системы (ГИС) предоставляют мощный инструментарий для анализа, визуализации и управления геопространственными данными [25], а также предоставляют функционал для автоматического размещения на карте изображений по хранящимся в них метаданным. Например, ArcGIS (Esri) предоставляет инструмент Geo Tagged Photos To Points, который использует значение широты и долготы фотографии и размещает ее на карте (рис. 3).

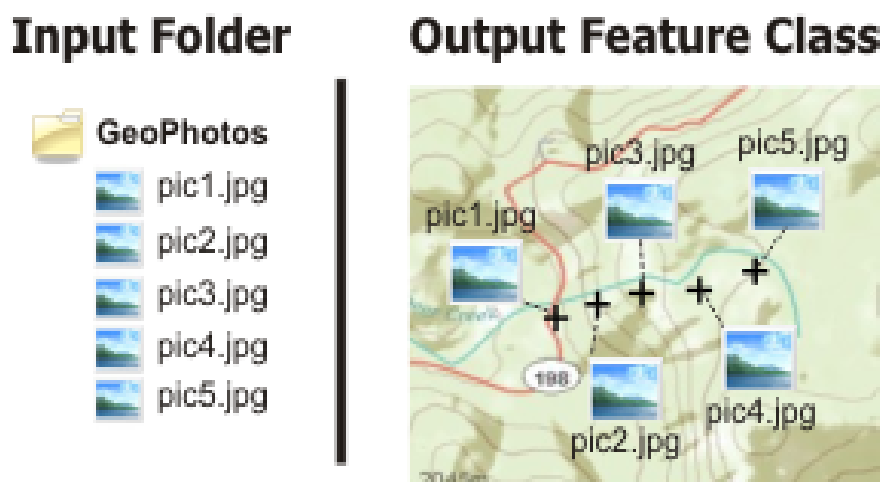


Рис. 3. Размещенные изображения на карте

QGIS содержит плагин Geotag and import photos, который предоставляет функциональность автоматического размещения фотографий на интерактивных картах с использованием географических координат, извлекаемых из метаданных.

Результаты

Метаданные могут предоставлять ценную информацию, которая может быть использована для улучшения и обогащения картографических данных. Ниже представлены некоторые аспекты оценки полезности и ценности

извлеченных метаданных для задач картографии:

- географическое местоположение (Geolocation): извлеченные метаданные могут содержать информацию о географическом местоположении, где была сделана фотография [26]. Эта информация может быть использована для привязки изображений к определенным координатам на карте, что позволяет создавать геотегированные альбомы или геопространственные визуализации;
- описание и классификация: метаданные могут содержать описания и ключевые слова, которые описывают содержание фотографии.

Эта информация может быть использована для классификации изображений по различным категориям, таким как типы ландшафтов, объекты или события [27]. Такая классификация может быть полезна при создании тематических карт и атласов;

– временная привязка: метаданные о времени создания фотографии могут быть использованы для создания временных последовательностей или анимаций, отображающих изменения в определенном месте или регионе со временем. Это может быть полезно для анализа изменений в ландшафтах, а также для исследования и визуализации исторических данных;

– метаданные технических параметров: извлеченные метаданные могут содержать информацию о технических параметрах съемки, таких как выдержка, диафрагма, фокусное расстояние и др. Эта информация может быть использована для оценки качества фотографий, визуального анализа и дальнейшей обработки изображений [28];

– информация об авторстве и лицензировании: метаданные могут содержать информацию об авторе фотографии, а также правовой статус и лицензирование изображения. Это важно для атрибуции, защиты авторских прав и соблюдения лицензионных ограничений при использовании фотографий в картографических проектах.

Оценка полезности и ценности извлеченных метаданных для картографии зависит от конкретной задачи или проекта. Комбинирование различных типов метаданных и их анализ может привести к более точному и информативному картографическому представлению.

Заключение

1. Преимущества существующих методов извлечения метаданных включают в себя возможность получить информацию о географическом местоположении фотографий, что позволяет создавать геотегированные альбомы и визуализации на карте. Описание и классификация фотографий через метаданные облегчают создание тематических карт и атласов. Метаданные о времени съемки могут использоваться для анализа изменений

в ландшафтах и исторических исследованиях. Информация о технических параметрах позволяет оценить качество снимков и проводить их дальнейшую обработку. Метаданные об авторстве и лицензировании изображений важны для соблюдения авторских прав и правовых ограничений.

2. Ограничения существующих методов извлечения метаданных заключаются в том, что некоторые форматы файлов могут иметь ограниченную поддержку метаданных, что затрудняет их полное извлечение. Некоторые метаданные могут быть недоступны из-за наличия ограничений доступа или сжатия изображений. Отдельные форматы хранения метаданных требуют специализированных инструментов или знаний, что может затруднить их использование для широкой аудитории.

3. Перспективами использования метаданных будут являться:

– улучшение точности извлечения географического местоположения снимков и разработка новых методов геотегирования на основе метаданных;

– развитие методов автоматической классификации фотографий на основе метаданных и использование машинного обучения для улучшения точности;

– исследование новых способов извлечения контекстуальной информации об изображениях, такой как обнаружение объектов или сцен на изображениях;

– разработка методов анализа и визуализации временных изменений на основе метаданных фотографий;

– расширение использования метаданных в картографических приложениях, включая разработку интерактивных карт и геопространственных аналитических инструментов.

Дальнейшие исследования в области извлечения метаданных из хранилищ фотографий, а также компьютерного зрения, могут привести к разработке более точных, автоматизированных и интеллектуальных методов обработки и анализа. Это позволит более эффективно использовать фотографии в картографических проектах, исследованиях и других областях, требующих анализа и интерпретации геопространственных данных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бугакова Т. Ю., Шарапов А. А. Совершенствование методов визуального осмотра зданий и инженерных сооружений путем внедрения технологий компьютерного зрения и интеллектуальной обработки данных // Вестник СГУГиТ. – 2022. – Т. 27, № 6. – С. 108–119. – DOI 10.33764/2411-1759-2022-27-6-108-119.
2. Колесников А. А., Пошивайло Я. Г., Утробина Е. С., Миронова С. А. Применение виртуальных панорам в цифровом тематическом картографировании // Вестник СГУГиТ. – 2022. – Т. 27, № 4. – С. 74–87. – DOI 10.33764/2411-1759-2022-27-4-74-87.
3. Утробина Е. С., Кокорина И. П., Молокина Т. С. Выявление новой функции картографических изображений, представленных в мобильных устройствах // Вестник СГУГиТ. – 2022. – Т. 27, № 2. – С. 149–162. – DOI 10.33764/2411-1759-2022-27-2-149-162.
4. Banerjee S., Kaul S., Bhattacharya S. An Overview of Image Metadata Extraction Techniques and Tools // Proceedings of the 4th International Conference on Data Science, Machine Learning and Applications. – Springer, 2019. – P. 125–130.
5. Shrestha R., Geyer C. P. J. Metadata Extraction from Digital Images: A Review // Proceedings of the 20th International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems. IEEE. – 2020. – P. 245–250.
6. Kulkarni D. N., Patil K. S. A Comprehensive Survey on Metadata Extraction Techniques from Digital Images // Proceedings of the International Conference on Inventive Communication and Computational Technologies. IEEE. – 2018. – P. 561–566.
7. Chatterjee S., Bhattacharya R. Metadata Extraction from Digital Images: Techniques and Challenges // Proceedings of the International Conference on Advanced Computational and Communication Paradigms. – Springer, 2018. – P. 157–162.
8. Rege N., Waghmare A. K. Image Metadata Extraction: A Review // Proceedings of the 2nd International Conference on Inventive Systems and Control. IEEE. – 2018. – P. 800–805.
9. Vyas N., Rana V. Metadata Extraction from Digital Images: A Review // Proceedings of the International Conference on Smart Systems and Inventive Technology. IEEE. – 2019. – P. 873–877.
10. Singh S., Rani A. A Comparative Study of Techniques for Extracting Metadata from Digital Images // Proceedings of the 7th International Conference on Data Science, Engineering and Information Technology. – Springer, 2020. – P. 230–235.
11. Gohil P. N., Rane R. P. Review on Extraction Techniques of Metadata from Digital Images // International Journal of Computer Sciences and Engineering. – 2019. – Vol. 7 (7). – P. 286–291.
12. Gupta A., Gupta R. B. A Survey on Image Metadata Extraction Techniques // International Journal of Computer Applications. – 2018. – Vol. 179 (30). – P. 34–40.
13. Kumar S., Kumar R. Survey on Image Metadata Extraction Techniques // International Journal of Computer Science and Information Technologies. – 2017. – Vol. 8 (5). – P. 2216–2221.
14. Ghosh P. S., Das S. K. Extraction of Metadata from Digital Images: A Survey // International Journal of Advanced Research in Computer Science. – 2017. – Vol. 8 (4). – P. 484–488.
15. Manoj G., Subashini P. Image Metadata Extraction Techniques: A Review // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering. – 2019. – Vol. 8 (7S2). – P. 464–466.
16. Rajesh S., Deepa R. A Survey on Metadata Extraction Techniques from Digital Images // International Journal of Computer Science and Mobile Computing. – 2018. – Vol. 7 (4). – P. 58–63.
17. Singh R., Kumar M. Image Metadata Extraction Techniques: A Comprehensive Review // Proceedings of the 6th International Conference on Computing for Sustainable Global Development. IEEE. – 2019. – P. 609–613.
18. Rai S., Sharma V. Metadata Extraction from Digital Images: A Review // International Journal of Research in Science and Engineering. – 2017. – Vol. 3 (4). – P. 1–4.
19. Verma H., Goyal S. A Survey on Metadata Extraction Techniques from Digital Images // International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology. – 2019. – Vol. 5 (1). – P. 449–453.
20. Chatterjee N., Sinha S. A Comparative Study of Metadata Extraction Techniques from Digital Images // International Journal of Computer Applications. – 2018. – Vol. 179 (16). – P. 14–18.
21. Sharma P., Goel K. Metadata Extraction Techniques from Digital Images: A Review // International Journal of Computer Science and Mobile. – 2017. – Vol. 6 (8). – P. 1–6.

22. Saini S., Gupta V. Image Metadata Extraction Techniques: A Comprehensive Review // International Journal of Advanced Research in Computer Science. – 2019. – Vol. 10 (1). – P. 262–265.
23. Jadhav R., Patil P. A Survey on Metadata Extraction Techniques from Digital Images // Proceedings of the 4th International Conference on Communication, Computing and Networking. – Springer, 2020. – P. 94–98.
24. Ivanov V., Petrov I. Analysis of Image Metadata Extraction Methods // Proceedings of the International Conference on Data Science, E-learning and Information Systems. – 2021. – P. 303–312.
25. Vysotskaya E., Barannikov A. Image Metadata Extraction in Cultural Heritage Collections // Proceedings of the International Conference on Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage. – 2018. – P. 375–384.
26. Mirsky M., Kostikov A. Image Metadata Extraction for Geospatial Analysis // Proceedings of the International Conference on Geoinformatics. – 2021. – P. 27–36.
27. Volkovich Z., Podladchikova L. Image Metadata Extraction for Content-Based Image Retrieval // Proceedings of the International Conference on Pattern Recognition. – 2018. – P. 2850–2855.
28. Zhao X., Liu Y. A Survey of Image Metadata Extraction in the Wild // Proceedings of the International Conference on Multimedia Retrieval. – 2018. – P. 1–8.

Об авторах

Руслан Владимирович Гришин – аспирант кафедры картографии и геоинформатики.

Алексей Александрович Колесников – кандидат технических наук, доцент кафедры картографии и геоинформатики.

Получено 01.11.2023

© П. В. Гришин, А. А. Колесников, 2023

Methods for extracting spatial metadata from photo repositories

R. V. Grishin¹, A. A. Kolesnikov^{1*}

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

* e-mail: alexeykw@mail.ru

Abstract. The paper presented different methods and approaches used for storing and retrieving information about geographical location, description, classification, temporal reference and technical parameters of photographs. The advantages and limitations of each method of metadata storage and extraction are also discussed. The study highlighted the usefulness and value of extracted metadata for various tasks including cartography. The article concluded by suggesting perspectives and directions for further research in the area of metadata storage and extraction from photo repositories, including improving accuracy and developing new methods for metadata analysis and visualisation. The article provides valuable information for researchers and practitioners working in the field of geospatial data processing and analysis and cartography.

Keywords: metadata, EXIF, metadata extraction, API, computer vision, geospatial data

REFERENCES

1. Bugakova, T. Yu., & Sharapov, A. A. (2022). Improving the methods of visual inspection of buildings and engineering structures through the introduction of computer vision and intelligent data processing technologies. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 27(6), 108–119. DOI 10.33764/2411-1759-2022-27-6-108-119 [in Russian].
2. Kolesnikov, A. A., Poshivaylo, Ya. G., Utrobina, E. S., & Mironova, S. A. (2022). Using of virtual panoramas in thematic mapping. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 27(4), 74–87. DOI 10.33764/2411-1759-2022-27-4-74-87 [in Russian].
3. Utrobina, E. S., Kokorina, I. P., & Molokina, T. S. (2022). Identifying a new feature of map images, represented in mobile devices. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 27(2), 149–162. DOI 10.33764/2411-1759-2022-27-2-149-162 [in Russian].

4. Banerjee, S., Kaul, S., & Bhattacharya, S. (2019). An Overview of Image Metadata Extraction Techniques and Tools. In *Proceedings of the 4th International Conference on Data Science, Machine Learning and Applications* (pp. 125–130). Springer.
5. Shrestha, R., & Geyer, C. P. J. (2020). Metadata Extraction from Digital Images: A Review. In *Proceedings of the 20th International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems. IEEE*. (pp. 245–250).
6. Kulkarni, D. N., & Patil, K. S. (2018). A Comprehensive Survey on Metadata Extraction Techniques from Digital Images. In *Proceedings of the International Conference on Inventive Communication and Computational Technologies. IEEE* (pp. 561–566).
7. Chatterjee, S., & Bhattacharya, R. (2018). Metadata Extraction from Digital Images: Techniques and Challenges. In *Proceedings of the International Conference on Advanced Computational and Communication Paradigms* (pp. 157–162). Springer.
8. Rege, N., & Waghmare, A. K. (2018). Image Metadata Extraction: A Review. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Inventive Systems and Control. IEEE* (pp. 800–805).
9. Vyas, N., & Rana, V. (2019). Metadata Extraction from Digital Images: A Review. In *Proceedings of the International Conference on Smart Systems and Inventive Technology. IEEE* (pp. 873–877).
10. Singh, S., & Rani, A. (2020). A Comparative Study of Techniques for Extracting Metadata from Digital Images. In *Proceedings of the 7th International Conference on Data Science, Engineering and Information Technology* (pp. 230–235). Springer.
11. Gohil, P. N., & Rane, R. P. (2019). Review on Extraction Techniques of Metadata from Digital Images. *International Journal of Computer Sciences and Engineering*, 7(7), 286–291.
12. Gupta, A., & Gupta, R. B. (2018). A Survey on Image Metadata Extraction Techniques. *International Journal of Computer Applications*, 179(30), 34–40.
13. Kumar, S., & Kumar, R. (2017). Survey on Image Metadata Extraction Techniques. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 8(5), 2216–2221.
14. Ghosh, P. S., & Das, S. K. (2017). Extraction of Metadata from Digital Images: A Survey. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 8(4), 484–488.
15. Manoj, G., & Subashini, P. (2019). Image Metadata Extraction Techniques: A Review. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(7S2), 464–466.
16. Rajesh, S., & Deepa, R. (2018). A Survey on Metadata Extraction Techniques from Digital Images. *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, 7(4), 58–63.
17. Singh, R., & Kumar, M. (2019). Image Metadata Extraction Techniques: A Comprehensive Review. In *Proceedings of the 6th International Conference on Computing for Sustainable Global Development. IEEE*. (pp. 609–613).
18. Rai, S., & Sharma, V. (2017). Metadata Extraction from Digital Images: A Review. *International Journal of Research in Science and Engineering*, 3(4), 1–4.
19. Verma, H., & Goyal, S. (2019). A Survey on Metadata Extraction Techniques from Digital Images. *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology*, 5(1), 449–453.
20. Chatterjee, N., & Sinha, S. (2018). A Comparative Study of Metadata Extraction Techniques from Digital Images. *International Journal of Computer Applications*, 179(16), 14–18.
21. Sharma, P., & Goel, K. (2017). Metadata Extraction Techniques from Digital Images: A Review. *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, 6(8), 1–6.
22. Saini, S., & Gupta, V. (2019). Image Metadata Extraction Techniques: A Comprehensive Review. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 10(1), 262–265.
23. Jadhav, R., & Patil, P. (2020). A Survey on Metadata Extraction Techniques from Digital Images. In *Proceedings of the 4th International Conference on Communication, Computing and Networking* (pp. 94–98). Springer.
24. Ivanov, V., & Petrov, I. (2021). Analysis of Image Metadata Extraction Methods. *Proceedings of the International Conference on Data Science, E-learning and Information Systems* (pp. 303–312).
25. Vysotskaya, E., & Barannikov, A. (2018). Image Metadata Extraction in Cultural Heritage Collections. *Proceedings of the International Conference on Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage* (pp. 375–384).
26. Mirsky, M., & Kostikov, A. (2021). Image Metadata Extraction for Geospatial Analysis. *Proceedings of the International Conference on Geoinformatics*, (pp. 27–36).

27. Volkovich, Z., & Podladchikova, L. (2018). Image Metadata Extraction for Content-Based Image Retrieval. *Proceedings of the International Conference on Pattern Recognition* (pp. 2850–2855).

28. Zhao, X., & Liu, Y. (2018). A Survey of Image Metadata Extraction in the Wild. *Proceedings of the International Conference on Multimedia Retrieval* (pp. 1–8).

Author details

Ruslan V. Grishin – Ph. D. Student, Department of Cartography and Geoinformatics.

Aleksey A. Kolesnikov – Ph. D., Associate Professor, Department of Cartography and Geoinformatics.

Received 01.11.2023

© *R. V. Grishin, A. A. Kolesnikov, 2023*