УДК 528

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ И МОНИТОРИНГА ПРОЦЕССОВ СТРОИТЕЛЬСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС СИСТЕМ

Жигалов К.Ю.

Институт проблем управления Российской академии наук, НОУ ВО «Московский технологический институт», Москва, e-mail: kshakalov@mail.ru

Статья посвящена использованию геоинформационных систем (ГИС) для решения задач автоматизации управления и мониторинга строительными процессами. Основное внимание в статье уделяется вопросам оптимизации ГИС для обеспечения наибольшей эффективности работы системы в целом. Подробно изложены принципы построения ядра системы. Достаточно большое внимание уделено объединению современных средств сбора (технологии лазерного сканирования), передачи (Wi-Fi) и обработки (клиент-серверная инфраструктура, базы данных, ВЕБ интерфейс) информации с целью интеграции в ГИС. В результате применения описанной методики можно достигать высокой эффективности работы системы автоматизации управления и мониторинга, что существенно ускорит внедрение данных систем повсеместно.

Ключевые слова: использование ГИС, прикладные ГИС, мониторинг строительства, автоматизированное управление, управление строительством, ГИС для мониторинга

AUTOMATION OF CONTROL AND MONITORING OF CONSTRUCTION PROCESSES WITH GIS SYSTEMS USAGE

Zhigalov K.Y.

V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences Moscow Technological Institute, Moscow, e-mail: kshakalov@mail.ru

Article is devoted to use of geographic information systems (GIS) for the solution of problems of automation of management and monitoring by construction processes. The main attention in the article is paid for questions of GIS optimization for ensuring the overall system performance in general. The principles of a system kernel creation are stated in detail. Rather much attention is paid to association of modern means of collecting (technology of laser scanning), transfers (Wi-Fi) and processing (client-server infrastructure, databases, the WEB interface) information for the purpose of integration into GIS. As a result of application of the described technique it is possible to reach high overall performance of system of management automation and monitoring that will significantly accelerate introduction control systems.

Keywords: GIS usage, applied GIS, monitoring of construction, automated management, management of construction, GIS for monitoring

Качество работ напрямую зависит от своевременного выявления тех или иных нарушений в процессе строительства. Для выявления нарушений на ранних стадиях используется мониторинг. Он может производится различными средствами, в т.ч. работающими в полуавтоматическом режиме. Ручной и полуавтоматический режим замедляет процесс строительства, т.к. между этапами работ появляются временные промежутки, связанные с получением и обработкой контрольной информации. При автоматизации процессов управления техникой и механизмами на строительных объектах, процесс получения данных мониторинга в ручном режиме невозможен, т.к. система управления должна получать и обрабатывать данные в режиме реального времени автоматически [1, 6].

Решением поставленных выше задач может служить использование геоинформационных систем (ГИС), которая позволит:

- собирать информацию;
- обрабатывать информацию;
- отображать информацию;
- хранить информацию;
- принимать управленческие решения;
- осуществлять управленческие воздействия на систему.

С вопросами сбора, хранения и обработки может справится любая современная ГИС. Тем не менее используемые в данный момент ГИС не имеют модулей принятия решений.

Для корректной работы ГИС в системах автоматизированного управления необходимо менять принцип работы ядра программного обеспечения (ПО). Ядро должно быть построено по принципу клиент-серверного приложения [3]. В таком случае основная система будет расположена на сервере, а клиенты будут подключаться по локальной или глобальной сети и производить изменения в режиме реального времени.

Применение ГИС для автоматизированного мониторинга

В настоящее время в системах мониторинга применяется следующее оборудование:

– лазерный сканер;
– GPS/ГЛОНАСС приемник;
– компьютер управления сканером;
– системы передачи данных (роутер, Wi-Fi антенны).

До начала производства строительных работ на объекте, для размещения оборудования выбираются места под площадки. Далее означенное выше оборудование компонуется в рабочие станции и объединяется в одну сеть[2]. В качестве основной управляющей системы используется сервер с установленной на нем ГИС. На сервер, в нашем примере, устанавливается программный комплекс «Талка-ГИС» разработки ИПУ РАН. Далее, используя функции данного ПО, подготавливается опорная (эталонная) подложка. Для подготовки подложки могут быть использованы следующие материалы:

– цифровая модель рельефа;
– данные АФС;
– данные космической съемки;
– векторные и растровые планы.

Эти данные могут использоваться как совместно, так и по отдельности друг от друга. После загрузки эталонных данных их необходимо сориентировать по геопространственным координатам. Для выполнения задачи обычно используются опорные точки на местности, эти точки должны присутствовать и быть хорошо различимы как на местности, так и на подготавливающихся материалах. На местности определение координат опорных точек производится путем измерений с помощью GPS/ГЛОНАСС приемников. Далее эти координаты сопоставляются с опорными точками на материале в ПО. Пересчет всего материала производится программным комплексом в автоматическом режиме. По завершении пересчета наш материал готов для дальнейшей работы [4].

Для корректной работы всех станций мониторинга выходные данные необходимо «привязать» к общей геопространственной системе координат. В данной статье мы не будем подробно касаться вопроса привязок т.к. это достаточно тривиальная задача. Отметим лишь, что облака точек, полученные с использованием лазерного сканера должны быть геопозиционированы как минимум по трем опорным точкам.

Для проведения автоматизированного мониторинга нам необходимо подготовить в ГИС эталонные слои, соответствующие каждому этапу строительных работ. Данные слои могут быть подготовлены с помощью векторизации проектной документации или с помощью встроенного в ПО функционала по автоматизированному проектированию по СНИП [7].

При завершении каждого строительного этапа на объекте оператор запускает процедуру сканирования и облака точек передаются в основную ГИС. В ней проводится процедура автоматизированного геопозиционирования и сравнения с эталонной моделью, соответствующей данному этапу:

– В случае совпадения по всему участку система выводит сообщение «Отклонений не найдено».

– В случае отклонений на каком-либо участке ГИС выводит сообщение «имеются отклонения» и отображает облако точек, соответствующее участку отклонений красным цветом. Для удобства просмотра и повышения производительности системы точки, соответствующие норме, убираются из отображения автоматически.

Применение ГИС для автоматизированного управления

Системы автоматизированного управления достаточно сложны как в строении, так и в реализации. В основном они состоят из следующих компонентов:

– компьютеры и механизмы управления объектом;
– средства сбора информации;
– средства принятия управленческих решений;
– средства передачи информации;
– станция оператора.

Оператор выполняет функции контроля за работой механизмов и машин. Все данные отображаются на подложке, подготовленной по методике, описанной выше. Данная подложка меняется в зависимости от текущего этапа работ на заранее подготовленную эталонную подложку, при необходимости обновленную по данным автоматизированного мониторинга. Машины и механизмы отображены в ГИС в виде 3-х мерных моделей (модели подготавливаются заранее в специализированном графическом ПО и загружаются в БД ГИС, далее присваиваются каждой отдельной единице с помощью специальных ключей) той или иной техники, подкрашенной в зависимости от ее состояния и статуса. Аппараты, управляющиеся с помощью системы, автоматически покрашены зеленым цветом. Аппараты, управляющиеся автономно – синим. Данные о положении машин и механизмов, управляющихся людьми появляются в ГИС с помощью специальных меток, помещенных на них до въезда на площадку. Эта метка занесена в память системы, и при появлении ее на объекте ГИС начинает слежение за ней с помощью триангуляционного метода получения данных о месте положения объекта относительно расположенных по периметру станций слежения.

Автоматизированное управление осуществляется с помощью специальных алгоритмов модели движения техники по объектам, подготовленных заранее[5].

Все механизмы управляются своим индивидуальным компьютером, согласно переданной в начале производства работ информации об алгоритме движения данной конкретной единицы. В основную управляющую ГИС

данный бортовой компьютер передает следующие данные в режиме реального времени:

– данные о своем местоположении (передаются в геопространственных координатах X,Y,Z);

– данные о стадии выполнения алгоритма (передаются в виде 0 – ошибка. 1 – все по плану);

– данные о возникающих ошибках (код ошибки);

– данные о аварийной остановке (код причины остановки, геопространственные координаты места остановки);

– индивидуальный номер единицы.

Бортовой компьютер представляет собой отдельный персональный компьютер с установленной на него клиентской частью ПО «ТАЛКА-ГИС». Данная ГИС представляет собой урезанную версию ее серверного собрата. Она не обрабатывает данные с других устройств, тем не менее использует ту же версию подложки, что и основная версия. Бортовая ГИС предназначена для обработки данных, полученных с датчиков, расположенных на технике, и управления системами машины. Управление осуществляется с помощью предварительно заложенного набора команд, передаваемых той или иной механической части системы. Алгоритм представляет собой информацию о том, на какой элемент системы воздействовать управляющим импульсом, с какой частотой и продолжительностью. Далее система с помощью датчиков собирает информацию о результате произведенного воздействия со стороны техники и принимает решение о соответствии результата запланированному. В случае возникновения ошибок, система подбирает правильные коды, соответствующие данной ошибке в имеющейся базе данных и передает его в основную ГИС, расположенную на сервере в ЦОД.

Автоматизация процессов мониторинга и управления строительством позволит существенно сократить сроки производства работ и поднять качество их исполнения в целом. Следует отметить, что автоматизация позволяет уменьшить составляющую воздействия человеческого фактора на процесс строительства и ввести более точный контроль за качеством производства работ со стороны заинтересованных органов и лиц в режиме реального времени с любого расстояния, используя интернет.

Список литературы

1. Гудвин Г.К., Гребе С.Ф., Сальгадо М.Э. Проектирование систем управления. – М.: Бином, Лаборатория базовых знаний, 2009. – 911 с.

2. Жигалов К.Ю. Методики построения современных геоинформационных систем с учетом новых компьютерных и сетевых технологий // Альманах современной науки и образования. – 2013. - №7 (74). – С. 66–68.

3. Жигалов К.Ю., Сюняев Ш.И. Подготовка площадок проведения строительных работ для процессов автоматизации и мониторинга строительства автострад / Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции «Современные тенденции в образовании и науке» (М-во образования и науки РФ. ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», Тамбов). Тамбов: ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», Тамбов, – 2013. - Часть 11. – С. 46–48.

4. Жигалов К.Ю. Использование ГИС при автоматизации процесса мониторинга покрытия автострад в период их эксплуатации для выявления необходимости и обьемов ремонтных работ / Сборник научных Статей «Географические и геоэкологические исследования в Украине и сопредельных территориях» (Министерство образования и науки Украины Таврический национальный университет им В.И. Вернадского, 2013, Симферополь Украина). Симферополь: Дайпи, 2013. – Т. 1. – С. 415–419.

5. Жигалов К.Ю., Сюняев Ш.И. Модели движения строительной техники в процессах автоматизации строительства объектов // Актуальные инновационные исследования: наука и практика [Электронное научное издание]. – 2013. – Т. 3. URL: http://www.actualresearch.ru/nn/2013_3/Article/geosciences/zhigalov2013_3.htm (дата обращения 20.11.2014).

6. Жигалов К.Ю. Адаптация современных ГИС под задачи автоматизации процессов управления механизмами на примере строительства автодороги // Естественные и технические науки. – М., 2005. - № 5. – С. 235–236.

7. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. – СПб.: ПИТЕР, 2005. – 337 с.

8. Строительные нормы и правила. Автомобильные дороги. СНиП 3.06.03-85// ГОССТРОЙ СССР, Москва – 1989.

References

1. Gudvin G.K., Grebe S.F., Sal'gado M.E. Proektirovanie sistem upravleniya. – M.: Binom , Laboratoriya bazovykh znaniy, – 2009. – 911 p.

2. Zhigalov K.Yu. Metodiki postroeniya sovremennykh geoinformatsionnykh sistem s uchetom novykh komp'yuternykh i setevykh tekhnologiy // Al'manakh sovremennoy nauki i obrazovaniya. 2013. no 7 (74). pp. 66–68.

3. Zhigalov K.Yu., Syunyaev Sh.I. Podgotovka ploshchadok provedeniya stroitel'nykh rabot dlya protsessov avtomatizatsii i monitoringa stroitel'stva avtostrad / Sbornik nauchnykh trudov po materialam mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Sovremennye tendentsii v obrazovanii i nauke» (M-vo obrazovaniya i nauki RF. TROO «Biznes-Nauka-Obshchestvo», Tambov). Tambov: TROO «Biznes-Nauka-Obshchestvo», Tambov, 2013. T. 11. pp. 46–48.

4. Zhigalov K.Yu. Ispol'zovanie GIS pri avtomatizatsii protsessa monitoringa pokrytiya avtostrad v period ikh ekspluatatsii dlya vyyavleniya neobkhodimosti i ob'emov remontnykh rabot / Sbornik nauchnykh Statey «Geograficheskie i geoekologicheskie issledovaniya v Ukraine i sopredel'nykh territoriyakh» (Ministerstvo obrazovaniya i nauki Ukrainy Tavricheskiy natsional'nyy universitet im V.I. Vernadskogo, 2013, Simferopol' Ukraina). Simferopol': Daypi, 2013. T. 1. pp. 415–419.

5. Zhigalov K.Yu., Syunyaev Sh.I. Modeli dvizheniya stroitel'noy tekhniki v protsessakh avtomatizatsii stroitel'stva ob»ektov // Aktual'nye innovatsionnye issledovaniya: nauka i praktika (Elektronnoe nauchnoe izdanie). 2013. T. 3. URL: http://www.actualresearch.ru/nn/2013_3/Article/geosciences/zhigalov2013_3.htm (acessed 20.11.2014).

6. Zhigalov K.Ju. Adaptacija sovremennyh GIS pod zadachi avtomatizacii processov upravlenija mehanizmami na primere stroitel'stva avtodorogi // Estestvennye i tehnicheskie nauki. – M., 2005. no 5. – pp. 235–236.

7. Miroshnik I.V. Teoriya avtomaticheskogo upravleniya. Lineynye sistemy. – SPb.: PITER, 2005. 337 p.

8. Stroitel'nye normy i pravila. Avtomobil'nye dorogi. SNiP 3.06.03-85// GOSSTROY SSSR, Moskva – 1989.

Рецензенты:

Журкин И.Г., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой ВТиАОАИ Московского Государственного Университета Геодезии и Картографии (МИИГАиК), г. Москва;

Никульчев Е.В., д.т.н., профессор, проректор по научной работе, НОУ ВПО «Московский технологический институт», г. Москва.

Работа поступила в редакцию 16.12.2014.