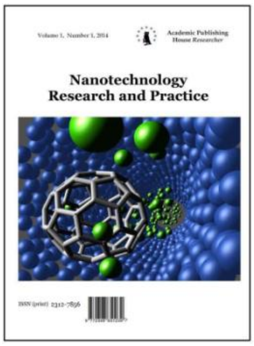
Published in the Russian Federation
Nanotechnology Research and Practice
Has been issued since 2014.
ISSN: 2312-7856
Vol. 4, No. 4, pp. 230-236, 2014

DOI: 10.13187/ejnr.2014.4.230
www.ejournal13.com



UDC 001.6, 001.8, 165

Integer Coordinates as an Nanotechnological Instrument

Victor Ya. Tsvetkov

Moscow State Technical University of Radio Engineering, Electronics and Automation MSTU MIREA, Russian Federation
119454, Moscow, Vernadsky Prospekt, 78

Abstract
The integer coordinates are described as a foundation of informational structures in nanotechnology and during image processing. The article features the properties of integer coordinates and its elements. Ii is shown that integer coordinates have no negative values. The integer coordinates point has a size.
Keywords: modeling; informational correlation; coordinate systems, integer coordinates, settings of informational structures.

Введение

Для создания пространственной взаимосвязи между различными объектами в макро и микро масштабе необходимо установить и определить некую единую систему пространственных отношений [1]. Эта система отношений задается с помощью координатных систем [2]. Для описания объекта в любой пространственной макро или микро системе используют координаты, в выбранной заранее системе. Все существующие координатные системы создают возможность задания определенных отношений между элементами таких систем. Любой объект, попавший в данную систему координат, попадает в систему существующих в ней отношений.

Целочисленные переменные [3] и координаты [4] не применяют так широко как обычные координатные системы. Однако они достаточно широко используются в разных сферах. Целочисленные координаты известны еще в работах древнегреческого математика Диофанта и французского математика П. Ферма. Целочисленные переменные используются в решении задач целочисленного программирования [5], в комбинаторике, в задачах о покрытиях [6] и развертках [7]. Они используются при обработке изображений, при хранении информации на магнитных носителях, при описании памяти магнитных носителей, в методе конечных элементов и многом другом. Целочисленные координаты используют при проектировании интегральных схем.

Основанная часть. Целочисленные координаты в качестве точки используют геометрический элемент с реальными размерами. Это не вписывается в классическое определение точки – точка это то, что не имеет длину и ширину [8]. Поэтому можно назвать точку в целочисленной системе информационной единицей [9, 10].

Напомним, что атомарным элементом (информационной единицей) в любой формальной теории называют элемент, неделимый по каким либо признаком [11, 12]. В случае целочисленных координат речь идет о пространственной неделимости.

По существу целочисленные координаты решают задачи покрытия поверхности дискретными элементами и используют те же координатные линии, что и в обычных системах координат.

Целочисленные координаты — дискретные координаты, использующие в качестве атомарного элемента размерный пространственный элемент графическую информационную единицы с заданными размерами, но являющуяся неделимой по отношению к заданной системе координат.

Растровое изображение (телевизионное изображение) являются примером использования таких информационных единиц. В этой области графической информационной единицей является пиксель.

Целочисленная координатная система, как и Декартова, может быть трехмерной и двухмерной (плоской). В области обработки изображений используются в основном двухмерные целочисленные координаты. В нанотехнологиях и при производстве интегральных схем используют двухмерные и трехмерные целочисленные координаты. Если координаты однородны и ортогональны, то атомарным элементом является квадрат Рис.1 A. Если координаты однородны и не ортогональны, то атомарным элементом является ромб Рис.1 B.

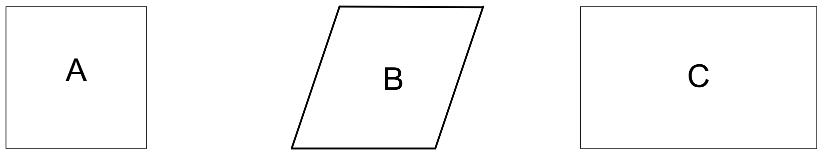


Рис. 1. Атомарные элементы целочисленных координат

Если координаты неоднородны и ортогональны, то атомарным элементом является прямоугольник Рис. 1 C. Особенностью целочисленных координат является то, что их масштаб и содержательность объектов определяется размером атомарного элемента.

С чем не следуют путать целочисленные координаты? Внешне целочисленные координаты напоминают порядковые переменные или ранговые переменные. Однако они описывают разные качественные явления.

Порядковые переменные применяют либо для индексации явлений или объектов, либо при отсутствии более точной информации для упорядочения измерений. Они отражают какое либо качество и позволяют ранжировать данные внутри одного класса. Эти величины относятся к качественной шкале [13]. Для них допустимы лишь 5 аксиом преобразований.

Целочисленные координаты относятся к интервальной шкале [13]. Для них допустимы 8 аксиом преобразований, что дает возможность использовать их при вычислениях, в то время как для ранговых переменных такая операция не имеет смысла.

Целочисленные координаты с атомарным элементом пиксель широко применяют при реализации процедур векторизации [14] и растеризации [15]. В этих случаях для них используют специфические названия «оконные координаты», «экранные координаты», «пиксельные координаты», хотя более правильное название целочисленные.

Цифровое изображение хранится в памяти компьютера, в общем случае, в виде прямоугольной матрицы, элементы a_{ij} которой несут информацию об оптических плотностях или цвете элементарных участков изображения. Номера $\boldsymbol{i}$ строки и $\boldsymbol{j}$ столбца элемента a_{ij} определяют его положение в матрице. Нумерация строк и столбцов матрицы цифрового изображения начинается с нуля.

Необходимо подчеркнуть различие между Декартовыми координатами и целочисленными, применяемыми в компьютерной обработке изображений. При компьютерной обработке и представлении цифровых изображений различают две прямоугольных системы координат цифрового изображения [4, 16]. Правая система - ***OXY*** (рис. 2 А), началом которой является пиксель, расположенный в левом нижнем углу цифрового изображения. Левая система ***OXY*** (рис.2 В), началом которой является левый верхний угол цифрового изображения. В обеих случаях отсчеты положительны. Ось X совпадает с соответствующей строкой, а ось Y – со столбцом матрицы цифрового изображения. Декартовы координаты (первый квадрант) совпадают с правой системой целочисленных координат

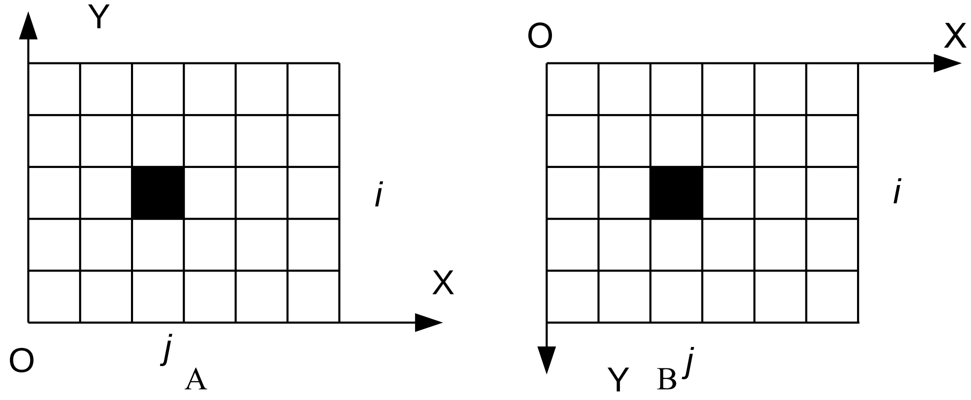


Рис. 2. Две системы целочисленных координат

Левая система координат принята при записи изображений в файл во многих форматах систем обработки изображений.

В других направлениях, например, в фотограмметрии применяют правую систему координат по аналогии с системой координат снимка. Поэтому многие современные цифровые фотограмметрические системы используют именно эту систему правую систему координат. Эту особенность необходимо принимать во внимание при обработке изображений, то есть, необходим учет, каким образом сформировано цифровое изображение.

Целочисленные координаты – дискретные координаты, поэтому для них возникает проблема аналогово-цифрового преобразования обычных координат в целочисленные и обратно. При переводе обычных координат в целочисленные используют понятие центра пикселя. При переводе множества точек в пиксель их формирую как множество. При исчислении координат пикселя в матрице изображений координаты центров пикселей в системе координат цифрового изображения определяют по формулам

$$x_p=(j-1)+0{,}5 \; y_p= (i-1) +0{,}5$$

Для измерения координат точек цифрового изображения его визуализируют на экране дисплея. Если пиксель изображения на экране дисплея соответствует пикселю исходного цифрового изображения, то с помощью “мыши” или клавиатуры компьютера можно навести измерительную марку, формируемую в виде цифрового изображения на экране дисплея, на точку изображения с точностью до одного пикселя.

Однако визуализация изображения может быть более грубой, чем исходной изображение. Выше отмечалось, что особенностью целочисленных координат является зависимость масштаба и содержательности отображаемых объектов от размера атомарного элемента.

Исходное изображение может иметь размерность (N,M), соответственно объем $Vr=N$ x M - число пикселей реального изображения.

Изображение представленное на экране имеет размерность (n,m), соответственно объем $Vv=n$x m - число пикселей экранного изображения.

$$M>>m; N>>n$$

Число пикселей экрана не соответствует числу пикселей реального изображения. Количество пикселей экрана по строкам и столбцам определяется его разрешением, которое всегда ниже, чем разрешение сканера или цифровой камеры. Один пиксель экрана может быть много больше, чем пиксель изображения. Отсюда следует, что «экранная система координат» не адекватна целочисленной системе координат реального изображения.

Для цифровых изображений во всех системах обработки изображений задействована процедура динамической генерализации [17], которая позволяет огрублять реальное изображение и в зависимости от масштаба визуализации заменять множество пикселей реального цифрового изображения на один пиксель экранного изображения.

Рассмотрим как выражаются топологические отношения в целочисленных координатах. Идеальная математическая линия представляет собой непрерывное множество точек, удовлетворяющих определенному уравнению, или заданных другим образом.

Реальный экран это всегда конечное количество точек. Изображение представляет из себя прямоугольную сетку, узлы которой имеет целочисленные координаты. На рис. 3 приведены растровые изображения трех фигур отрезка, дуги окружности, эллипса.

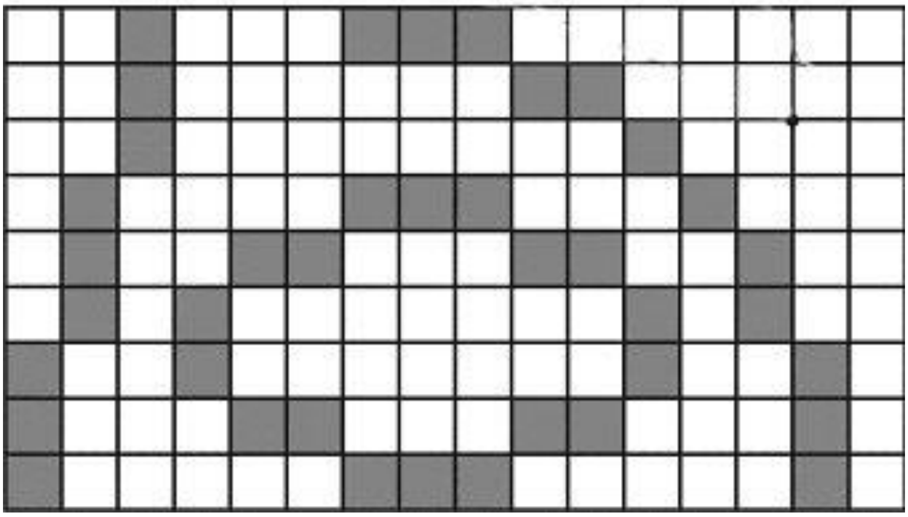


Рис. 3. Представление отрезка, дуги окружности, эллипса в целочисленных координатах

Возникает вопрос: как определить связность линии на экране? Для этого используется топологическое свойство связности [18]. Связность может разделять по типам, например 4-связность или 8- связность, по количеству соседних пикселей (рис.4).

4-связность: пикселы p1(x1, y1) и p2(x2, y2) называются соседними, если либо разность их координат по оси x, либо разность их координат по оси y равна 1 (либо исключающее):

$$|x2 - x1| + |y2 - y1| <= 1$$

8-связность: пикселы p1(x1, y1) и p2(x2, y2) называются соседними, если разность их координат по оси x и разность их координат по оси y не больше 1:

$|x2 - x1| <= 1, |y2 - y1| <= 1$

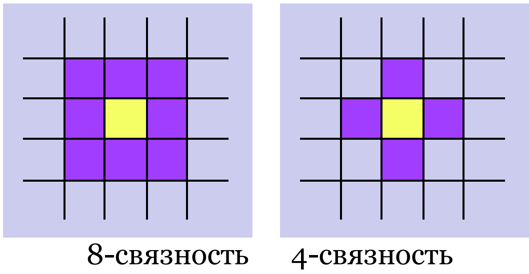


Рис. 4. Связность в целочисленных координатах

Линией на растровой сетке будем считать последовательность пикселей $\{P_1, ..., P_n\}$, таких, что любые два пикселя P_i, P_{i+1} являются соседними в смысле заданной связности. Любая четырехсвязная линия одновременно является восьмисвязной, но не наоборот. Таким образом, 4-связность является более сильным условием.

Выводы

Целочисленные координаты позволяют создавать алгоритмы, которые работают только с целыми числами. Операции с целыми числами намного быстрее. Следовательно, обработка цифровых изображений будет протекать на порядки быстрее, чем при обработке аналоговой информации. Кроме того, во многих случаях основной цикл для положительных целочисленных координат из числа арифметических операций содержит только сложения. Целочисленные координаты решают задачи покрытия, которые являются основой проектирования микросхем и наносхем [19].

Примечания:

1. Цветков В.Я. Пространственные отношения в геоинформатике// Международный научно-технический и производственный журнал «Науки о Земле». Выпуск 01. 2012. с.59-61.

2. Ефимов Н.В. Краткий курс аналитической геометрии. М.: Издательство" Наука", Главная редакция физико-математической литературы, 1965.

3. Шелобаев С.И. Математические методы и модели. М.: ЮНИТИ. 2000.

4. Геодезия, картография, геоинформатика, кадастр: Энциклопедия. В 2-х т. /Под ред. А.В. Бородко, В.П. Савиных. М.: ООО «Геодезкартиздат», 2008. Т. II. 464 с

5. Схрейвер А. Теория линейного и целочисленного программирования. М.: Мир, 1991.

6. Еремеев А.В., Заозерская Л.А., Колоколов А.А. Задача о покрытии множества: сложность, алгоритмы, экспериментальные исследования // Дискретный анализ и исследование операций. 2000. Т. 7. № 2. С. 22-46.

7. Стронгин Р.Г. Параллельная многоэкстремальная оптимизация с использованием множества разверток //Журнал вычислительной математики и математической физики. – 1991. Т. 31. № 8. С. 1173-1185.

8. Ефимов Н. В. Краткий курс аналитической геометрии. М.: Издательство" Наука", Главная редакция физико-математической литературы, 1965.

9. Цветков В.Я., Чехарин Е.Е. Окружение информационных единиц // Вестник МГТУ МИРЭА «MSTU MIREA HERALD». 2014. № 2 (3). с. 36-42

10. Tsvetkov V.Ya. Information Units as the Elements of Complex Models // Nanotechnology Research and Practice, 2014, Vol.(1), № 1. P. 57-64.

11. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Основы системного анализа. Томск: Изд-во науч.-техн. лит., 1997.

12. Tsvetkov V.Ya. Semantic Information Units as L. Florodi's Ideas Development // European Researcher, 2012, Vol.(25), № 7, p. 1036-1041.

13. Тихонов А.Н. Цветков В.Я. Методы и системы поддержки принятия решений. М.: МаксПресс. 2001. 312 с.

14. Костюк Ю.Л., Кон А.Б., Новиков Ю.Л. Алгоритмы векторизации цветных растровых изображений на основе триангуляции и их реализация // Вестник Томского государственного университета. 2003. № 280.

15. Ламот А. Программирование трехмерных игр для Windows. Советы профессионала по трехмерной графике и растеризации. 2004.

16. Цветков В.Я. Методы и системы обработки и представления видеоинформации. М.: ГКНТ, ВНТИЦентр, 1991. 113 с.

17. Геодезия, картография, геоинформатика, кадастр: Энциклопедия. В 2-х т. /Под ред. А.В. Бородко, В.П. Савиных. М.: ООО «Геодезкартиздат», 2008. Т. I. 496 с.

18. Dawson M. R. Apparent motion and element connectedness // Spatial Vision. 1989.

19. Зинченко Л.А. Конспект лекций по блоку дисциплин «САПР НАНОСИСТЕМ». УМК «Автоматизированное проектирование МЭМС и НЭМС»: Библиотека Наноинженерии. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. 30 с.

References:

1. Tsvetkov V.Ya. Spatial relationships in geoinformatics // International Scientific and industrial journal "Earth Science." Issue 01. 2012. p. 59-61.

2. Efimov N.V. Short course of analytic geometry. Publishing House "Nauka", Home Edition Physical-Mathematical Literature, 1965.

3. Shelobaev S.I. Mathematical methods and models. M.: UNITY. 2000.

4. Geodesy, cartography, geoinformatics, cadastre: Encyclopedia. In 2 Vols. / Ed. A.V. Barodka, VP Savin. M.: "Geodezkartizdat", 2008. T. II. 464 p.

5. Schrijver, A. Theory of linear integral numerical programming. The World, 1991.

6. Eremeyev A.V., Zaozerskaya L.A., Kolokolov A.A. Set covering problem: complexity, algorithms, experimental studies // Discrete Analysis and Operations Research. 2000. T. 7. №. 2. p. 22-46.

7. Strongin RG Parallel multiextremal optimization using multiple reamers // Computational Mathematics and Mathematical Physics. 1991. T. 31. № 8. C. 1173-1185.

8. Efimov N.V. Short course of analytic geometry. Publishing House "Nauka", Home Edition Physical-Mathematical Literature, 1965

9. Tsvetkov V.Ya., Cheharin E.E. Environment units of information // MSTU MIREA HERALD, 2014. № 2 (3). p.36-42.

10. Tsvetkov V.Ya. Information Units as the Elements of Complex Models // Nanotechnology Research and Practice, 2014, Vol.(1), № 1. p. 57-64.

11. Peregoudov F.I., Tarasenko F.P. Fundamentals of systems analysis. Tomsk: Publishing of scientific literature, 1997.

12. Tsvetkov V.Ya. Semantic Information Units as L. Florodi's Ideas Development // European Researcher, 2012, Vol.(25), № 7, p. 1036-1041

13. Tikhonov A.N., Tsvetkov V.Y. Methods and decision support systems. M.: MaksPress. 2001. 312 p.

14. Kostyuk J.L., Kohn A.B. Novikov, Yu.L. Algorithms color raster vectorization based on triangulation and their implementation // Bulletin of Tomsk State University. 2003. № 280.

15. Lamotte A. Programming of three games for Windows. DIY tips for three-dimensional graphics and rasterization. 2004.

16. Tsvetkov V.Ya. Methods and systems of processing and presentation videonformatsii. - M.: SCST, VNTITsentr, 1991. 113 p.

17. Geodesy, cartography, geoinformatics, cadastre: Encyclopedia. In 2 Vols. / Ed. AV Barodka, VP Savin. M.: "Geodezkartizdat", 2008. T. I. 496 p.

18. Dawson M.R. Apparent motion and element connectedness //Spatial Vision. 1989.

19. Zinchenko, L.A. Lectures on the block disciplines "CAD NANOSYSTEMS." CMD "Computer-Aided Design of MEMS and NEMS" Library nanoengineering. M .: Bauman MSTU, 2008. 30 p.

УДК 001.6, 001.8, 165

Целочисленные координаты как инструмент нанотехнологий

Виктор Яковлевич Цветков

Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики МГТУ МИРЭА, Российская Федерация
119454, Москва, Проспект Вернадского, 78
Доктор технических наук, профессор

Аннотация. Описаны целочисленные координаты как основа построения информационных конструкций в нанотехнологиях и при обработке изображений. Показаны виды координатных систем. Описаны свойства особенности целочисленных координат. Описаны элементы целочисленных координат. Показано, что целочисленные координаты не имеют отрицательных значений. Точка в целочисленных координатах имеет размеры.

Ключевые слова: моделирование; информационные отношения; координатные системы; целочисленные координаты; построение информационных конструкций.