

Учреждение предприятия наиболее легко осуществить в каком-либо региональном центре Центральной России. Для реализации проекта потребуются инвестиции в размере 968500 тыс. р. Источник финансирования инвестиционного проекта – взносы учредителей создаваемого общества с ограниченной ответственностью. Все оборудование планируется выкупить сразу.

Таким образом, предоставляя услуги доступа в Интернет по технологии Wi-Max, компания сможет обеспечить достойную конкуренцию на рынке связи.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ ИТЕРАЦИОННЫХ МЕТОДОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

А. Е. Хасанов

Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск

Научный руководитель В. С. Юденков

При решении задач восстановления изображений искаженных формирующей системой предлагается рисунок, где x, v – координаты исходного изображения, x, y – координаты сформированного изображения используются различные алгоритмы, как имеющие строгое математическое обоснование, так и эмпирические.

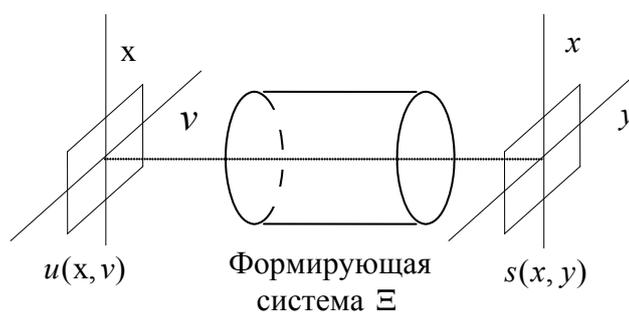


Схема формирования изображения

Для искажений, описываемых уравнением свертки:

$$\begin{aligned}
 s(x, y) &= h(x, y) \otimes \otimes u(x, y) = \iint_{(x, v) \in \Theta^{(u)}} h(x - x, y - v) u(x, v) dx dv = \\
 &= \iint_{(x, v) \in \Theta^{(h)}} h(x, v) u(x - x, y - v) dx dv, \quad (x, y) \in \Theta^{(s)}, \quad (1)
 \end{aligned}$$

где $s(x, y)$ – изображение, полученное путем линейного искажения исходного изображения при отсутствии шума, определяется интегралом свертки; $\otimes \otimes$ – символ двумерной свертки; $h(x, y)$ – двумерная импульсная характеристика (или ФРТ – функция рассеяния точки) линейной искажающей системы; $u(x, v)$ – значение функции яркости исходного изображения в точке с координатами (x, v) .

Одним из способов решения данной задачи являются итерационные методы восстановления. Так называют способы решения задач, в которых, выбирая некоторое начальное приближенное решение, вычисляют следующие, более точные приближения, используя предыдущие.

Рассмотрим один из способов построения итерационных процедур, основанный на разложении в ряд частотной характеристики инверсного фильтра. Спектр оценки исходного изображения при инверсной фильтрации определяется соотношением

$$\widehat{U}(u_1, u_2) = \frac{1}{H(u_1, u_2)} S(u_1, u_2). \quad (2)$$

Представим передаточную функцию инверсного фильтра $\frac{1}{H(u_1, u_2)}$ в виде геометрической прогрессии:

$$\frac{1}{H(u_1, u_2)} = \sum_{l=0}^{\infty} (1 - H(u_1, u_2))^l. \quad (3)$$

Подставляя (3) в (2), получим

$$\widehat{U}^{(n)}(u_1, u_2) = S(u_1, u_2) + (1 - H(u_1, u_2)) \widehat{U}^{(n-1)}(u_1, u_2), \quad (4)$$

где каждое последующее приближение вычисляется по предыдущему. Взяв преобразование Фурье от соотношений (4), получим итерационную процедуру Ван Циттера:

$$\widehat{u}^{(0)}(i_1, i_2) = s(i_1, i_2); \quad (5)$$

$$\widehat{u}^{(n)}(i_1, i_2) = s(i_1, i_2) + (1 - h(i_1, i_2)) \otimes \otimes \widehat{u}^{(n-1)}(i_1, i_2),$$

которую можно интерпретировать как процедуру последовательного нахождения поправок $\sigma^{(n)} = (1 - h(i_1, i_2)) \otimes \otimes \widehat{u}^{(n-1)}(i_1, i_2)$ к искаженному изображению $s(i_1, i_2)$. Если в результате последовательных приближений на n -м шаге будет найдено точное решение: $\widehat{u}^{(n)}(i_1, i_2) = u(i_1, i_2)$, то на последующих шагах, как нетрудно убедиться, оценка изменяться не будет. В итерационном алгоритме (5) нахождение обратного оператора заменяется на многократное вычисление свертки.

При использовании итерационных алгоритмов необходимо знать ответы на два вопроса – сходится ли он и, если сходится, то к какому решению. Сходимость алгоритма (5) к решению (2) определяется сходимостью ряда бесконечной геометрической прогрессии (3). Этот ряд сходится при $|1 - H(u_1, u_2)| < 1$, т. е. когда передаточная функция искажающей системы удовлетворяет условию

$$0 < H(u_1, u_2) < 1. \quad (6)$$

Иначе соотношение (2) заменяют на эквивалентное соотношение:

$$\widehat{U}(u_1, u_2) = \frac{1}{|H(u_1, u_2)|^2} H^*(u_1, u_2) S(u_1, u_2). \quad (7)$$

Тогда итерационный алгоритм (7) имеет вид:

$$\hat{u}^{(0)}(i_1, i_2) = h_1(i_1, i_2) \otimes \otimes s(i_1, i_2); \quad (8)$$

$$\hat{u}^{(n)}(i_1, i_2) = h_1(i_1, i_2) \otimes \otimes s(i_1, i_2) + (1 - h_2(i_1, i_2)) \otimes \otimes \hat{u}^{(n-1)}(i_1, i_2),$$

где $h_1(i_1, i_2)$ и $h_2(i_1, i_2)$ – импульсные характеристики фильтров с передаточными функциями $H^*(u_{i_1}, u_{i_2})$ и $|H(u_{i_1}, u_{i_2})|^2$ соответственно. Свертка в (5) и (8) может быть выполнена с помощью БПФ в предположении, что изображения и импульсные характеристики являются периодически продолженными.

Наряду с описанными выше свойствами итерационные алгоритмы могут быть легко преобразованы в нелинейные путем введения нелинейных ограничений для восстанавливаемого изображения. Ограничения формулируются на основе априорных данных о форме или структуре объектов на исходном изображении. К априорным данным относятся такие свойства изображения, как неотрицательность яркости, ее верхний и нижний пределы, минимальная мощность сигнала, ограниченная пространственная и спектральная протяженность и т. п.

Даже учет такого простейшего ограничения как верхний и нижний пределы значений яркости приводит к значительному улучшению качества восстановления, т. к. среди всех возможных решений выбирается то, которое не имеет сильных осцилляций яркости. Итерационный алгоритм, например (8), с ограничением имеет вид:

$$\hat{u}^{(0)}(i_1, i_2) = h_1(i_1, i_2) \otimes \otimes s(i_1, i_2);$$

$$\hat{u}^{(n)}(i_1, i_2) = h_1(i_1, i_2) \otimes \otimes s(i_1, i_2) + (1 - h_2(i_1, i_2)) \otimes \otimes \mathfrak{Z}\{\hat{u}^{(n-1)}(i_1, i_2)\}, \quad (9)$$

где $\mathfrak{Z}\{\}$ оператор ограничения.

Например, если используется оператор ограничения на неотрицательность $\mathfrak{Z}\{u(i_1, i_2)\} = \begin{cases} u(i_1, i_2); & u(i_1, i_2) \geq 0, \\ 0; & u(i_1, i_2) < 0, \end{cases}$ то из (9) следует, что в тех областях, где яркость оценки $\hat{u}^{(n-1)}(i_1, i_2)$ меньше нуля, изменение оценки не происходит. Нелинейный итерационный алгоритм (9) будет сходиться, если сходится линейный алгоритм (5) и оператор $\mathfrak{Z}\{\}$ является нерасширяющимся оператором. Для пространства сигналов L_2 это означает, что действие оператора на изображение не должно приводить к увеличению его энергии. Очевидно, что к нерасширяющимся операторам относится оператор ограничения на неотрицательность, а также оператор ограничения диапазона, который определяется следующим соотношением:

$$\mathfrak{Z}\{u(i_1, i_2)\} = \begin{cases} u(i_1, i_2); & a \leq u(i_1, i_2) \leq b, \\ a; & u(i_1, i_2) < a, \\ b; & u(i_1, i_2) > b. \end{cases} \quad (10)$$

Для большинства цифровых изображений диапазон изменения яркости равен 0,255. Особенно эффективен этот алгоритм при восстановлении изображений с распределением яркости, близким к бинарному.

Вывод. Очевидно, что рассмотренные итерационные алгоритмы позволяют эффективно бороться с краевыми эффектами и чрезмерным усилением шумов при восстановлении изображений. Итеративный процесс всегда можно остановить, если шум и осциллирующая помеха на изображении резко усиливаются. А использование операторов ограничения позволяет сократить количество вычислений и повысить точность восстановления.

СИСТЕМА ОНЛАЙН-ТЕСТИРОВАНИЯ SOTS

М. А. Мартыневский, А. А. Воробьёв

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель О. В. Дубровина

В данный момент в системе образования остается достаточно актуальным вопрос проверки знаний учащихся. В недавнем времени была введена новая форма оценки знаний – тестирование. Тестирование получило большое распространение в Беларуси: различные тесты успеваемости в школах и университетах, тестирование при поступлении в ВУЗ, огромное количество психологических тестов. Достаточно актуальным стоит вопрос о подготовке к централизованному тестированию. Однако в условиях глобальной компьютеризации общество ищет ещё более совершенные методы оценки знаний. Впервые с электронным тестированием мы столкнулись на примере софта-репетитора – справочная система, которая позволяет обобщить и впоследствии проверить свои знания. Подобные тесты были очень неудобны в использовании, обладали не самым лучшим интерфейсом. Однако, можно было сделать вывод, что электронное тестирование – очень удобный и универсальный способ проверки знаний, который может сгодиться не только для абитуриентов, но и для студентов.

На наш взгляд, электронное тестирование является наиболее универсальным и перспективным. Основные достоинства электронного тестирования:

- Возможность использовать один и тот же интерфейс для множества различных как по тематике, так и по сложности тестов. Это улучшает понимание и восприятие информации, а также повышает концентрацию внимания непосредственно на задании.
- Совершенно чёткие критерии оценки знаний (у компьютера нет симпатии и антипатии). Известно немало случаев, когда преподаватель выставляет оценку не только из соображений знаний, но и из личной оценки учащегося. Электронное тестирование полностью исключает подобные недоразумения.
- Легкость в использовании, доступность и универсальность. Сейчас почти в каждом доме имеется компьютер, в большинстве из них – доступ в Интернет. Следовательно, учащиеся имеют возможность готовиться к экзаменам, зачётным работам и т. п. дома, не утруждая себя поиском необходимых задачников.
- Облегчение рутинной работы преподавателя по проверке работ учеников.
- Возможность хранения результатов в отдельной базе данных с возможностью последующей печати.

Однако, на практике очень сложно найти систему, которая бы удовлетворяла интересам всех групп пользователей тестов: учащихся, студентов, преподавателей. Чаще всего нам встречается программное обеспечение, изготовленное только для одной из этих групп или непосредственно для подготовки и наоборот, проверки зна-