

$$D[v] = \lambda_{UDP} \frac{\overline{L}_{UDP}^2 + D[L_{UDP}]}{\overline{W}_H} + \frac{28}{27} \lambda_{FTP} \left(\frac{\overline{L}_{FTP}^2 + D[L_{FTP}]}{\overline{W}_H} + K_{FTP} \left[\frac{\overline{L}_n^2}{\overline{W}_n} \right] \right) + \frac{C}{\ln r} \frac{r-1}{r+1} \lambda_{HTTP} \frac{\overline{L}_{HTTP}^2 + D[L_{HTTP}]}{\overline{W}_H}. \quad (15)$$

Таким образом, моменты скорости внешнего канала в незагруженном состоянии сети вычисляются по (6) – среднее значение, по (14) или (15) – дисперсия.

Можно доказать, что в режиме перегрузки среднее значение скорости передачи данных внешнего Интернет-канала организации остается таким же, как и в незагруженном режиме, а ее дисперсия меньше дисперсии в незагруженном режиме.

Практическое применение предложенной модели

Предложенная модель может быть использована для решения двух основных задач, стоящих перед сетевыми администраторами: поддержка существующей и проектирование новых сетей.

Если физическая скорость передачи данных внешнего Интернет канала выбрана таким образом, что превышает верхнюю границу изменения скорости передачи данных, получаемую из модели (например, согласно неравенству Чебышева, в случае произвольного вида распределения скорость передачи данных будет лежать в диапазоне $M[v] \pm 3\sqrt{D[v]}$ с вероятностью 0.89), то сеть будет находиться в незагруженном режиме, обеспечивая наилучшее качество обслуживания, доступное для данного канала и поставщика услуг Интернет (наибольшую доступную скорость передачи данных пользовательской сессии).

ТЕЛЕВИЗИОННО-КОМПЬЮТЕРНАЯ УСТАНОВКА ИЗМЕРЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТРУБ

И.Ю. Жиганов

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

Дистанционное измерение геометрических параметров труб (ГПТ) актуально и эффективно. Для экспериментального исследования дистанционных телевизионных методов измерений ГПТ была создана установка, состоящая из телекамеры Video Blaster WebCam Plus со встроеной платой ввода изображения в компьютер, собственным

программным обеспечением и компьютером класса Р-III. Камера подключалась к USB – порту компьютера. Основные характеристики камеры совпадают по параметрам с характеристиками камеры SUN KWANG. Целью экспериментальных исследований на первой стадии было изучение особенностей формирования изображения профиля трубы, в зависимости от расстояния до объекта, перекосов камеры в различных плоскостях, изучение искажений изображений на соответствие их ранее проведенному математическому описанию. В докладе даны примеры формирования изображения профиля трубы на разных расстояниях от среза. При этом осуществлялось центрирование оптической оси телекамеры по отношению к центру контролируемого среза. Отмечена четкая тенденция: с увеличением расстояния до объекта рисунок профиля становится более четким, размер рисунка на экране уменьшается. Приведен график изменения размера изображения трубы в пикселах (px) от расстояния до нее, который подтверждает ранее полученные теоретические соотношения. Изменение размеров по осям x и y при расположении объекта по центру камеры примерно одинаково. Если за номинальное расстояние до объекта принять $S = 350$ мм и учесть, что внешний диаметр измеряемой трубы $D = 110$ мм, то цена одного пиксела составляет 0,42 мм. Удельное изменение размера при изменении расстояния до объекта $0,8$ px/mm . Абсолютное удельное изменение размера при изменении расстояния до трубы составляет $\Delta = 0,42 \times 0,8 = 0,34$ мм (размера)/ мм (расстояния). Удельная относительная погрешность в номинальной точке ($S=350$ мм) составит: $\varepsilon = \frac{\Delta}{D} = 0,003 \frac{1}{mm(расстояния)}$.

Это говорит о том, что при данных условиях изменение расстояния от профиля трубы до телекамеры на 1 см, вызовет погрешность измерения, равную 3 %, что достаточно много и требует стабилизации указанного расстояния, удаления объекта от камеры, либо применения специальных методов.

Исследовано искажение размеров профиля при смещении его центра относительно оптической оси объектива. Анализ данных показывает, что при этом происходит искажение (уменьшение) размера по обеим осям. Относительное изменение размера (погрешность) по осям X и Y определится по формуле

$$\varepsilon_{X(Y)} = \frac{D_{CP} - D_{X(Y)CP}}{D_{CP}}$$

и составит $\varepsilon_x = 0,047$, $\varepsilon_y = 0,022$. Такие погрешности получаются при смещении объекта от оптической оси на величину $h=100$ мм при расстоянии от камеры $S=450$ мм. Удельное изменение размеров при данном расстоянии от камеры составит $\varepsilon_x = 0,00047$ 1/мм, $\varepsilon_y = 0,00022$ 1/мм. Эти числа означают величину относительной погрешности при смещении

объекта от оптической оси на 1 мм. Ясно, что чем дальше объект от камеры, тем меньше искажения от смещения. Отметим что, при смещении объекта от оптической оси, кроме искажения размеров происходит искажение формы, возникает эллипсность, величина которой определяется как отношение размеров по осям и в данном случае составляет $\varepsilon_{\Sigma} = 0,975$. Проведенный эксперимент показал также принципиальную работоспособность разработанной автором конструкции телевизионной системы измерения ГПТ. Действительно, если проводить измерение двумя камерами со смещенными на известное расстояние оптическими осями, то по смещению произвольной метки на экранах можно проводить калибровку прибора, то есть вычислять цену одного пиксела и затем реальный размер изделия. В данном эксперименте правая метка профиля при смещении объекта на 100 мм от оптической оси смещается на экране на 180 пикселей. Это определяет цену деления $0,555 \text{ мм/рх}$, что хорошо согласуется с данными по весу пиксела в центре экрана и дает возможность проводить измерения независимо от расстояния до камеры. Исследовано также смещение изображения на экране монитора и искажение формы профиля при повороте камеры на углы ± 10 град. Анализ рисунков показывает, что при повороте камеры на малые углы искажения размеров и формы практически не происходит. Это полностью подтверждает справедливость теоретического анализа. Зато по смещению метки на трубе можно калибровать камеру при известном расстоянии до трубы. При повороте камеры относительно центра на угол $\gamma \approx 10$ градусов смещение левой метки (всех меток) составляет 84 пиксела. Если от камеры до трубы $S = 450 \text{ мм}$, то такой поворот соответствует длине $L = S \tan \gamma = 79,2 \text{ мм}$. Тогда цена одного пиксела составит $1 \text{ рх} = 0,59 \text{ мм}$, что согласуется со значением цены пиксела, вычисленным по известному диаметру трубы и подтверждает возможность использования разработанной автором схемы. Исследованы возможности измерения ГПТ разного диаметра и материала с образцом единицы длины. Метрологическая обработка оператором такого снимка вполне возможна и иллюстрируется в докладе. Оператор, используя образец длины, может вычислить цену пиксела, затем диаметр выбранных труб и толщину стенки. При этом можно пользоваться стандартными графическими программами Photoshop, Компас, AutoCad и другими, в которых позиция курсора на экране монитора индицируется в пикселах или в миллиметрах. Результаты экспериментальных исследований телевизионных методов измерений ГПТ показали их достаточную точность, эффективность, широкие возможности получения измерительной информации. Отметим, что данные результаты получены при использовании средней по разрешающей способности оптики, телекамеры, компьютера. Современный уровень развития указанного оборудования позволяет достичь значительно большей точности.