Для сегментации трубы необходимо решить еще одну важную подзадачу, а именно -- детекцию источника выбросов. Важность этого шага, постановка задачи и математическая модель были описаны ранее, сейчас рассмотрим непосредственно алгоритм детецкии трубы и результаты его работы.

В алгоритме детекции трубы можно выделить несколько важных подзадач. Одна из таких задач -- поиск ключевых точек. Алгоритм поиска ключевых точек показан на рисунке~\ref{fig:trubadetection}.

\begin{figure}[h!]

\centering

\includegraphics[width = 0.4\textwidth]{image/chapter\_3/trubadetection}

\vspace\*{-0.4cm}\caption{Схема алгоритма \\поиска ключевых точек}

\label{fig:trubadetection}

\end{figure}

Данный алгоритм успешно находит ключевые точки на изображении. Пример работы алгоритма представлен на рисунке~\ref{fig:keypoints}.

\begin{figure}[h!]

\centering

\includegraphics[width = 0.7\textwidth]{image/chapter\_2/keypoints}

\caption{Пример нахождения ключевых точек}

\label{fig:keypoints}

\end{figure}

Следубщим шагом является сопоставление ключевых точек образца и изображения на котором необходимо детектировать трубу. В результате получаем набор ключевых точек и дескрипторов $A$ для изображения образца и набор точек и дескрипторов $B$ для входного изображения. Далее используем ранее описанный алгоритм <<k ближайших соседей>> для классификации элементов из набора $A$ по $n$ классам, где $n$ -- размер набора $B$. Согласно ранее рассмотренной происходит обучение и классификация. Пример работы алгоритма показан на рисунке~\ref{fig:match1}.

\begin{figure}[h!]

\centering

\includegraphics[width = 0.8\textwidth]{image/chapter\_2/match1}

\caption{Пример сопоставления ключевых точек}

\label{fig:match1}

\end{figure}